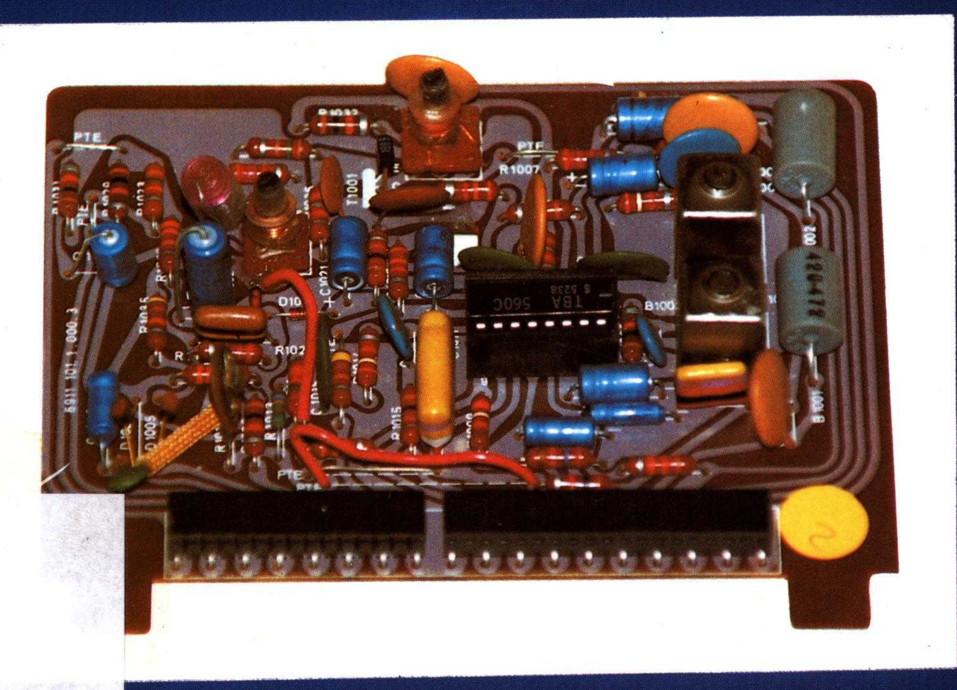
ELECTRONICA FUNDAMENTAL 2

Teoría y práctica. Desde la válvula hasta el circuito integrado

TEORIA : Fuentes de alimentación
Rectificadores y filtros

PRACTICA : Características de las válvulas
y semiconductores diodos
Montaje de fuentes de alimentación



NFO SA

J.Mª Angulo

José M.ª Angulo Usategui
Dr. Ingeniero Industrial

ELECTRONICA FUNDAMENTAL 2

TEORIA Y PRACTICA. DESDE LA VALVULA HASTA EL CIRCUITO INTEGRADO

TEORIA: **Fuentes de alimentación**
Rectificadores y filtros

PRACTICA: **Características de las válvulas**
y semiconductores diodos
Montaje de fuentes de alimentación

1990

OCTAVA EDICION

PARANINFO S.A.
MADRID

INDICE

APENDICES.

PROLOGO

El fin que persigue esta obra es constituir un Curso Básico de Electrónica, tanto en el aspecto teórico como en el práctico. Para conseguirlo se ha tratado de dar una explicación física de los fenómenos eléctricos y electrónicos textual y gráficamente, a fin de hacerlo más asequible a los que desconocen totalmente esta técnica. Por este motivo se han eliminado los planteamientos matemáticos, usando exclusivamente las operaciones numéricas más elementales.

El curso completo consta de seis tomos y el temario tanto teórico como práctico que contiene cada tomo es el siguiente:

TOMO 1. — TEORIA: Introducción a la electrónica. Electricidad. PRACTICA: Soldadura y montajes eléctricos. El aparato de medida. Componentes eléctricos y electrónicos.

TOMO 2. — TEORIA: Fuentes de alimentación. Rectificadores y filtros. PRACTICA: Características de las válvulas y semiconductores diodos. Montaje de fuentes de alimentación.

TOMO 3. — TEORIA: Amplificadores. PRACTICA: Sonido, altavoces y micrófonos. Características de las válvulas amplificadoras. Amplificadores de Baja y Alta Frecuencia.

TOMO 4. — TEORIA: Generadores de señales. Osciladores. Receptor superheterodino de A.M. PRACTICA: Montaje, ajuste y averías de un receptor de radio.

TOMO 5. — TEORIA: Diodos, transistores y semiconductores especiales. PRACTICA: Experimentación y montaje sobre circuitos con semiconductores.

TOMO 6. — TEORIA: Circuitos Integrados. Digitales y analógicos. Hacia el microprocesador. PRACTICA: Montajes y experimentación sobre circuitos a base de circuitos integrados lógicos y operacionales.

TOMO 7.– Problemas de Electrónica resueltos y con soluciones. Presentación y resolución de varios cientos de problemas sobre Electricidad, Electrónica con válvulas de vacío, Electrónica con transistores y semiconductores, Circuitos integrados analógicos, Circuitos integrados digitales y Microprocesadores (8085).

El ofrecer la obra en varios tomos tiene una doble finalidad: En primer lugar, escalonar el estudio de una forma metódica y sencilla, procurando que cada libro muestre un tema completo e independiente, que facilite una progresiva introducción a la Electrónica de forma poco costosa. En segundo lugar, esta colección permite la adquisición o consulta del tema que interese de forma económica y simple, dado el racional desglose de las materias.

El autor

Primera Parte

Teoría

Fuentes de alimentación. Rectificadores y filtros

LECCION 1

¿QUE ES LA ELECTRONICA?

INTRODUCCION

La Electrónica es la ciencia que estudia los circuitos en los que se mueven electrones a través de componentes entre los que figuran válvulas y semiconductores. Puntualizando un poco, además de los elementos estudiados en Electricidad (resistencias, pilas, condensadores, bobinas y transformadores), en los aparatos electrónicos hay necesariamente también válvulas y semiconductores.

> En Electrónica se emplean además de los componentes eléctricos, las válvulas y los semiconductores.

El movimiento de los electrones es tanto en Electricidad como en Electrónica el motivo fundamental del funcionamiento de sus circuitos; la única diferencia estriba en que la segunda utiliza nuevos componentes, a los que genéricamente se les denomina válvulas y semiconductores.

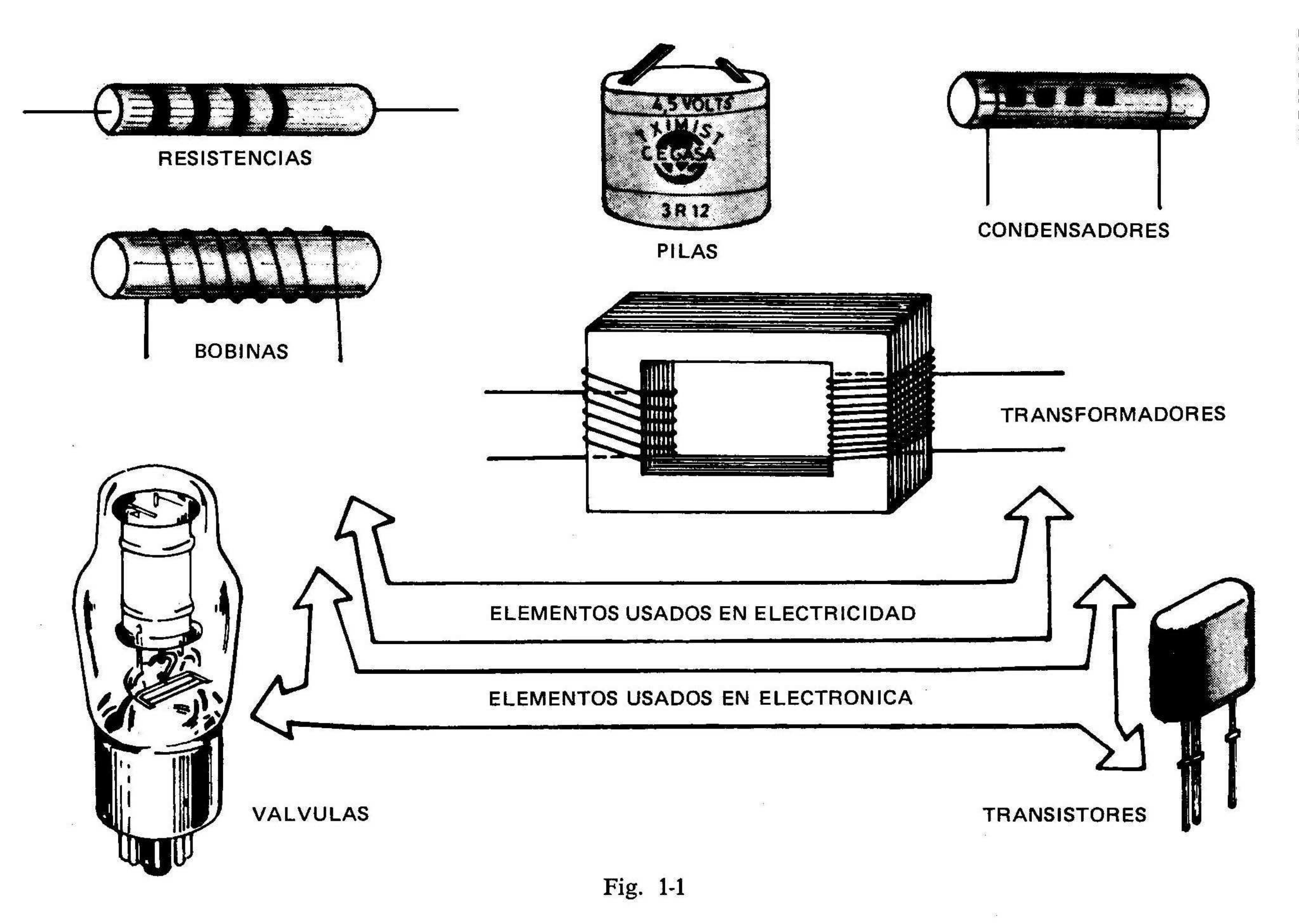

RESISTENCIAS
4,5 VOLTS
CEGASA
3R12
PILAS
CONDENSADORES
BOBINAS
TRANSFORMADORES
ELEMENTOS USADOS EN ELECTRICIDAD
ELEMENTOS USADOS EN ELECTRONICA
VALVULAS
TRANSISTORES

Fig. 1-1

PARTES DE LA ELECTRONICA

Todo aparato o circuito electrónico está formado por tres circuitos básicos:

1.° Fuentes de alimentación o rectificadores.

2.° Amplificadores.

3.° Generadores de ondas u osciladores.

Un receptor de radio normal contiene, generalmente, una fuente de alimentación, cuatro amplificadores y un oscilador; sin embargo, un televisor posee tres o cuatro fuentes de alimentación, ocho amplificadores y tres osciladores. De la misma forma, se puede comprobar que cualquier aparato electrónico consta de una o varias fuentes de alimentación, uno o varios amplificadores y uno o varios generadores de ondas. Por complicado que sea el esquema electrónico que se considere, siempre está formado por estos tres bloques básicos: fuentes de alimentación, amplificadores y generadores. Ahora bien, dentro de cada circuito básico hay ciertas diferencias de carácter secundario, que matizan diversos tipos o modelos, pero para conocer la Electrónica lo importante es compenetrarse bien con estos tres pilares en los que se apoya toda ella.

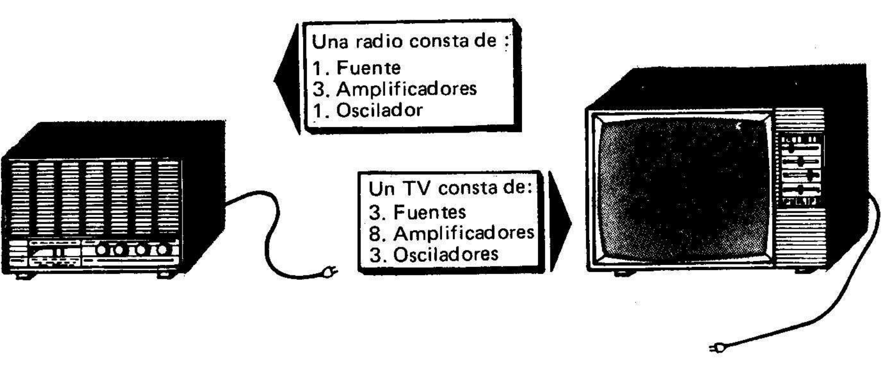


Fig. 1-2

FUENTES DE ALIMENTACION O RECTIFICADORES

Los equipos electrónicos caracterizados por contener válvulas y semiconductores necesitan para funcionar una tensión continua. Ahora bien, las ventajas que presenta para los productores de energía eléctrica el suministro de c.a. (corriente alterna) son tan importantes, que en la práctica es la única que se distribuye.

De todo lo expuesto se deduce que cuando un aparato electrónico se conecta a la red alterna, es necesario transformarla en c.c. para que pueda funcionar.

> Un rectificador o fuente de alimentación transforma la c. a. en c. c.

En general, el rectificador es el circuito encargado de transformar la c.a. en c.c., recibiendo el nombre de fuente de alimentación el que se encarga del suministro no sólo de la c.c. (rectificador) sino también de la c.a.

Esquemáticamente, y sin describir su composición interna, los rectificadores realizan la misión mostrada en la figura siguiente.

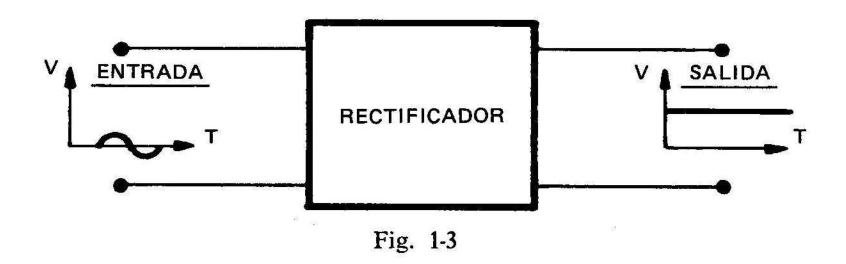


Fig. 1-3

Esta manera de representar un circuito se llama «por bloques» o «esquema sinóptico», pues en ella no se detallan los componentes que lo forman, sino sólo su misión fundamental, poniendo de relieve la señal que entra y la que sale del mismo.

AMPLIFICADORES

La señal que llega a la antena de un receptor de radio procedente de una emisora situada a cientos de kilómetros es muy débil, incluso inferior a 1 milivoltio; sin embargo, para que suene el altavoz se precisan de 5 a 6 V. La operación consistente en elevar el nivel de la señal recibida se llama «amplificación».

> Los amplificadores elevan el nivel de las señales que se les aplican.

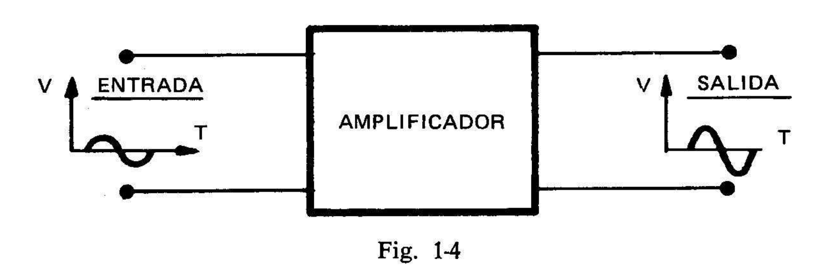


Fig. 1-4

La mayoría de los aparatos electrónicos trabajan partiendo de señales muy pequeñas, que hay que amplificar inevitablemente para poder excitar el elemento de salida, como puede ser el altavoz en un receptor de radio, el tubo de imagen en un televisor, la bobina de un relé, etc.

GENERADORES DE ONDAS U OSCILADORES

En muchas ocasiones el funcionamiento de un equipo electrónico requiere la aportación de tensiones variables tanto en amplitud como en frecuencia.

Los generadores producen una corriente o tensión de frecuencia, forma y amplitud precisas.

El circuitò por bloques de un generador particular, que es el que proporciona una componente alterna o senoidal y que recibe el nombre de «oscilador», es el que muestra la figura siguiente:

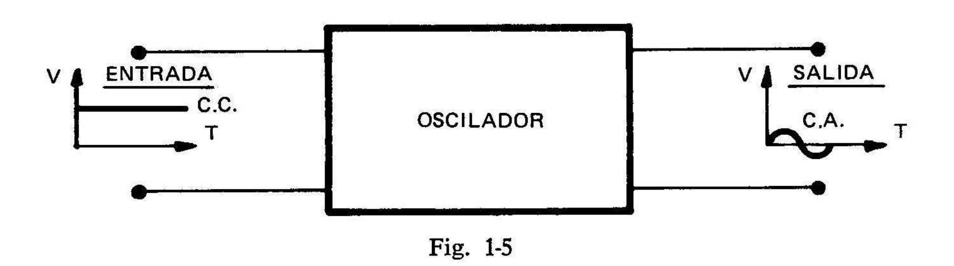


Fig. 1-5

Si bien en el ejemplo de la figura anterior se ha obtenido una c.a., hay generadores que producen corrientes de formas muy diversas, como pueden ser en diente de sierra, cuadradas, etc.

RESUMEN

Un aprendizaje completo de la Electrónica parte del conocimiento de los tres circuitos básicos mencionados, cuyo ensamblaje conduce a cualquier dispositivo, por complicado que sea, y en el que aparecerán, al lado de los componentes típicamente electrónicos (válvulas y transistores), los elementos eléctricos. De ahí la necesidad de estudiar previamente los principios de la Electricidad, a los que se dedicó el tomo 1.º de esta obra.

VALVULAS Y SEMICONDUCTORES

A medida que se eleva el grado de desarrollo de los países, el uso de las válvulas tiende a desaparecer al ser sustituidas por los semiconductores, por lo que a quienes los desconozcan les estará vedado el campo de los continuos logros y progresos de la Electrónica moderna. Se presentan a continuación las ventajas más notorias de los transistores frente a las válvulas, para adquirir conciencia de su importancia:

1.ª) Los semiconductores son mucho más pequeños que las válvulas, factor muy importante en las modernas técnicas electrónicas de miniaturización.

2.ª) Son también mucho más baratos.

3.ª) Son elementos sólidos, mientras que las válvulas son recipientes de cristal herméticos con muchos elementos diferentes en su interior.

4.ª) Los semiconductores son de duración ilimitada, mientras que las válvulas se gastan normalmente al cabo de 20 ó 30.000 horas de funcionamiento.

5.ª) Los semiconductores no precisan filamentos, mientras que a las válvulas les son imprescindibles para su funcionamiento. Esto supone un gasto supletorio de energía y un tiempo de espera al comenzar a trabajar, para que dichos filamentos adquieran la temperatura adecuada.

6.ª) Los semiconductores se conectan directamente en los montajes, pero las válvulas precisan zácalos especiales.

Aunque las válvulas son más resistentes a las altas temperaturas, las radiaciones luminosas, las sobretensiones y las sobreintensidades, no pueden competir con los semiconductores.

El estudio de la Electrónica y sus tres circuitos fundamentales lo comenzaremos, no obstante lo dicho anteriormente, por las válvulas, por las siguientes razones:

A) Aún existen muchos aparatos de válvulas, aunque su porcentaje frente a los de semiconductores disminuye constantemente.

B) Un buen técnico electrónico debe conocer las válvulas y los semiconductores.

C) El desarrollo de la Electrónica partió del descubrimiento de las válvulas de vacío.

D) Es más sencillo y didáctico el estudio de la Electrónica siguiendo el proceso cronológico de su historia, o sea, comenzando con las válvulas y continuando con los semiconductores. No hay que olvidar que cualquier aparato electrónico puede funcionar con válvulas o semiconductores, aunque el uso de estos últimos se impone debido a las ventajas que presentan.

EJERCICIOS DE LA LECCION 1.ª

1.ª PREGUNTA. — La diferencia entre la Electricidad y la Electrónica se debe:

a) *A que los circuitos electrónicos son más complejos que los eléctricos.*

b) *A que en los circuitos electrónicos se usan, además de los componentes eléctricos, otros nuevos.*

c) *A que en cada técnica se usan diferentes componentes.*

2.ª PREGUNTA. — La electrónica es la ciencia que:

a) *Estudia el comportamiento de las corrientes de electrones a través de los componentes eléctricos y de las válvulas y los semiconductores.*

b) *Estudia las válvulas y los semiconductores.*

c) *Estudia la emisión de electrones.*

3.ª PREGUNTA. — Un aparato electrónico, como puede serlo un auto-radio, consta de:

a) *Resistencias, condensadores y válvulas.*

b) *Fuentes de alimentación, amplificadores y generadores.*

c) *Válvulas y semiconductores.*

4.ª PREGUNTA. — Las fuentes de alimentación sirven:

a) *Para transformar la c.c. en c.a.*

b) *Para elevar la c.c.*

c) *Para transformar la c.a. en c.c.*

5.ª PREGUNTA. — Un oscilador es un circuito electrónico que proporciona:

a) *Señales o corrientes de la forma que se desee.*

b) *Señales o corrientes alternas.*

c) *Señales de forma cuadrangular.*

6.ª PREGUNTA. — A un técnico electrónico, ¿por qué le es tan necesario conocer los principios de la Electricidad?

a) *Porque la Electrónica es una ciencia superior, y es lógico que se conozcan las inferiores.*

b) *Porque la Electrónica está muy relacionada con la Electricidad.*

c) *Porque la Electrónica es un paso adelante de la Electricidad, pues además de los componentes que usa esta última usa otros nuevos (válvulas y transistores).*

LECCION **2**

LAS VALVULAS ELECTRONICAS

¿QUE ES UNA VALVULA?

«Una válvula es un elemento capaz de controlar la cantidad de electrones que pasan por él».

La constitución externa de una válvula consiste en un pequeño recipiente de vidrio, herméticamente cerrado, en cuyo interior, del que se ha extraído el aire, existen las piezas metálicas encargadas de regular el paso de los electrones; estas piezas, generalmente de níquel, se denominan «electrodos». Unos pequeños terminales metálicos, llamados patillas, atraviesan el vidrio y sirven para conectar los electrodos interiores con los elementos exteriores del circuito que se desee montar.

Las válvulas tienen tres tipos esenciales de electrodos, que son los siguientes:

CATODO: Electrodo que tiene la misión de emitir o desprender electrones.

ANODO O PLACA: Electrodo que recoge una parte de los electrones emitidos por el cátodo y los saca al exterior de la válvula para su utilización.

REJILLAS: Son los electrodos que, situados entre el cátodo y el ánodo, sirven para regular el paso de electrones del primero al segundo.

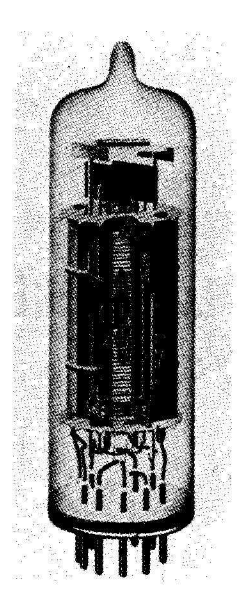


Fig. 2-1

> La válvula electrónica tiene la misión de controlar el flujo de electrones que pasa por ella.

EL DESCUBRIMIENTO CASUAL DE LAS VALVULAS ELECTRONICAS

Edison, en 1892, trabajando en el perfeccionamiento de las primeras bombillas eléctricas, que eran lámparas de incasdencencia que despedían luz al atravesar la corriente eléctrica un filamento de carbón, observó que después de estar funcionando durante algún tiempo aparecía el cristal recubierto en su parte interna por una capa oscura.

Edison llegó a la conclusión de que esta capa era debida a la acumulación de pequeñas partículas del filamento, desprendidas al calentarlo mediante la corriente eléctrica. También descubrió que podía evitarse este ennegrecimiento colocando una lámina metálica entre el filamento y la ampolla de vidrio.

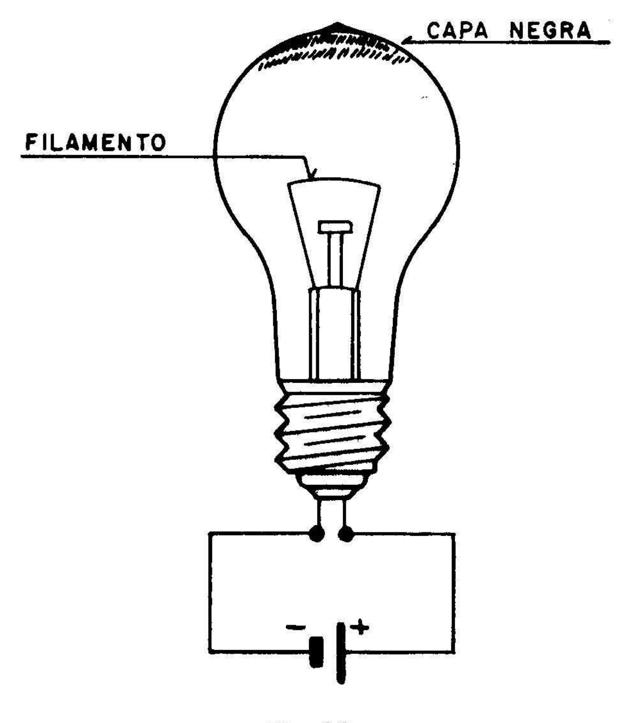


Fig. 2-2

La placa metálica introducida en la ampolla evitaba el ennegrecimiento, pero se comprobó que adquiría una carga eléctrica negativa. Edison no pudo dar una clara interpretación al fenómeno, porque entonces aún no se conocían ciertas características de los electrones. Fueron Richardson en 1901 y Fleming en 1904 los que demostraron que, si bien el oscurecimiento de la cara in-

terna del cristal era producido por partículas de carbón desprendidas por el filamento caliente, la carga eléctrica que adquiría la placa metálica no la transportaban dichas partículas, sino electrones libres emitidos por el filamento a causa de su alta temperatura.

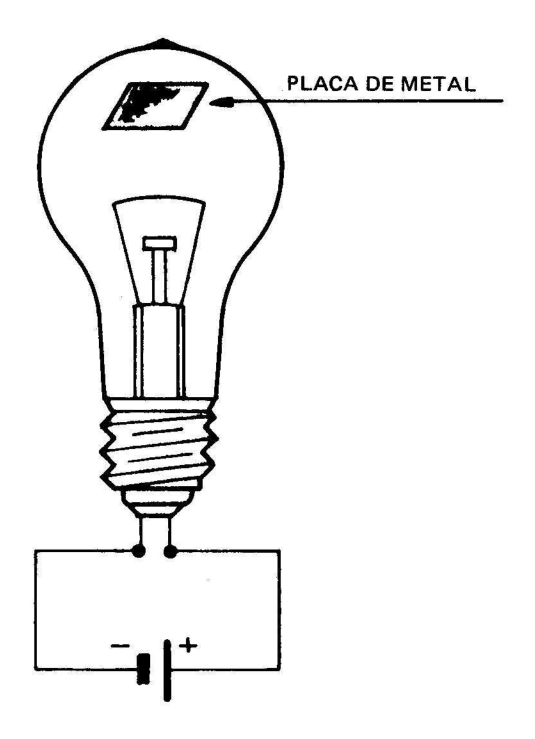


Fig. 2-3

En 1904 Fleming construyó la primera válvula electrónica: «el diodo». Estaba hecha a semejanza de la bombilla de incandescencia, con un filamento que emitía electrones al aumentar la temperatura y una placa metálica que recogía una parte de esos electrones al atraerlos por tener conectado un potencial positivo.

3.°) «*Emisión secundaria*»: Al bombardear con electrones de gran velocidad algunos cuerpos, éstos desprenden electrones a consecuencia de los choques que se producen.

4.°) «*Emisión de campo*»: Se produce al aplicar un elevado campo eléctrico, con el que se liberan electrones del material.

EMISION TERMIONICA

Este tipo de emisión se estudia con más detenimiento, por ser el más utilizado, y consiste en la liberación de los electrones mediante la elevación de la temperatura en los metales.

La teoría que explica la emisión termiónica se basa en el comportamiento de los electrones periféricos ante la elevación de temperatura, teniendo en cuenta que estos electrones son los más alejados y, por tanto, los menos atraídos por el núcleo.

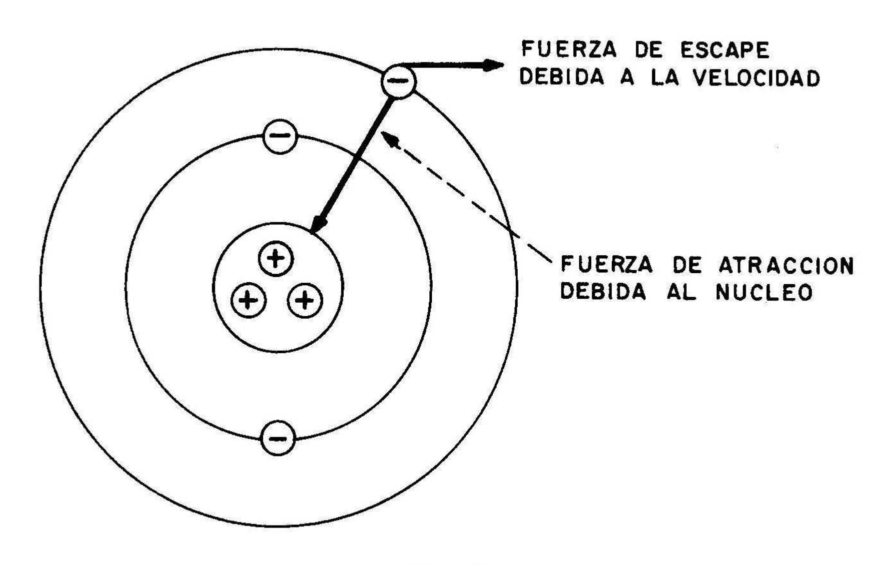


Fig. 2-5

Los metales tienen sus átomos formando una red regular y los electrones más exteriores de estos átomos no están permanentemente ligados a uno de ellos, sino que se trasladan de uno a otro. Cuando un átomo pierde o se le escapa un electrón, se le llama «ión positivo», por no estar completo y haber quedado cargado positivamente.

La siguiente figura muestra la constitución de un metal con átomos completos, iones positivos (signo +) y electrones libres (signo —).

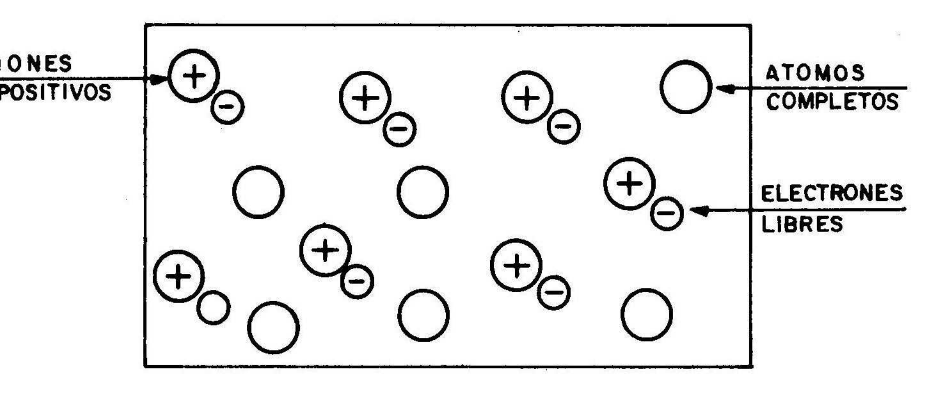


Fig. 2-6

Los electrones libres se agitan en el seno del metal con velocidades variables, que dependen de la temperatura. Por eso pueden alcanzar una velocidad tal, que pueda contener la suficiente energía cinética como para escapar el electrón del metal. La «energía de extracción» necesaria para escaparse un electrón de la superficie del metal es independiente de la temperatura.

No todos los electrones libres poseen la misma energía cinética o velocidad con una temperatura dada. En cuanto alguno de ellos alcanza su energía de extracción, sale del metal y queda libre en el espacio exterior que lo circunda.

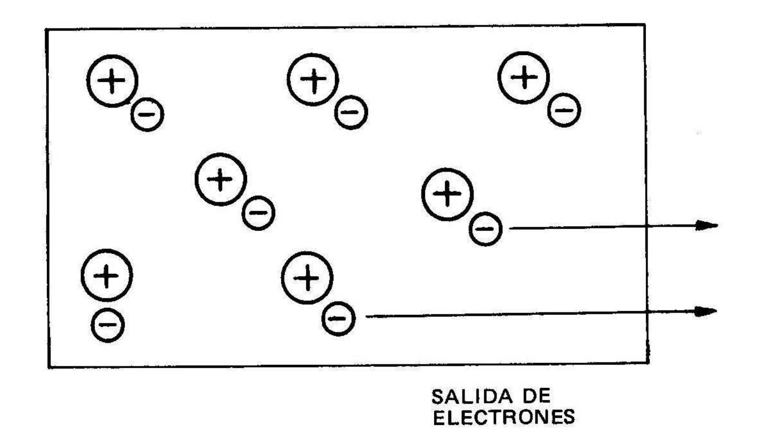


Fig. 2-7

Cuando un electrón abandona el metal induce en él una carga imagen positiva, de valor igual y signo contrario a la del electrón. Esta carga imagen ejerce una fuerza de atracción sobre el electrón libre, que puede hacerle regresar al metal.

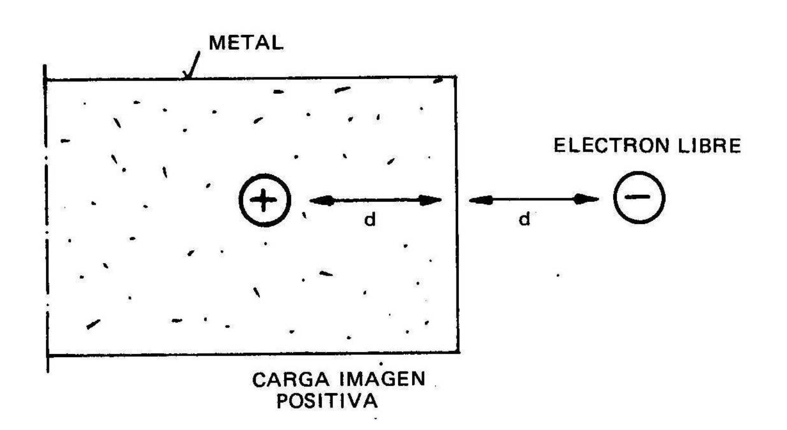


Fig. 2-8

La mayor parte de los electrones libres que han escapado del metal son atraídos por él y retornan, a consecuencia del efecto de la carga imagen, aunque algunos vencen esta atracción y quedan fuera de la zona de influencia del metal. Como consecuencia de este fenómeno, sobre la superficie del metal aparece una nube de electrones que entran y salen del metal y que recibe el nombre de «nube de carga espacial».

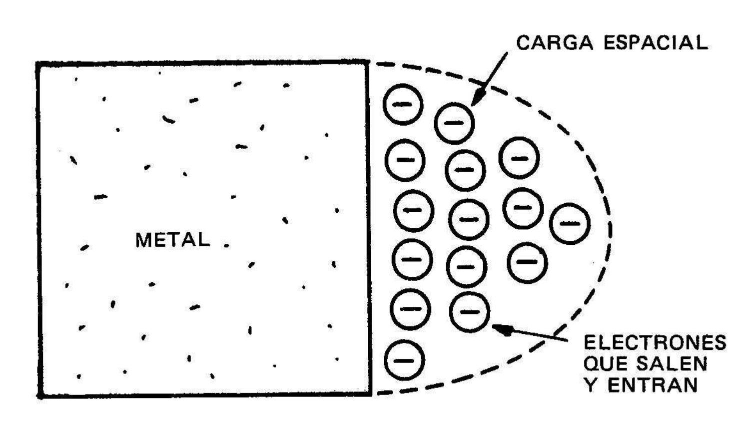


Fig. 2-9

La carga espacial, por poseer un marcado potencial negativo, repele y se opone a la emisión de nuevos electrones.

La cantidad de electrones que salen de la superficie de un metal viene dada por la ley de Richardson y es proporcional a la temperatura absoluta del metal ($273 + t$°C) y al trabajo que un electrón debe realizar para escapar de la superficie.

TIPOS DE CATODOS TERMIONICOS

No todos los materiales tienen similares características de emisión; muy al contrario, tienen diferencias muy acusadas, como lo demuestra el siguiente gráfico.

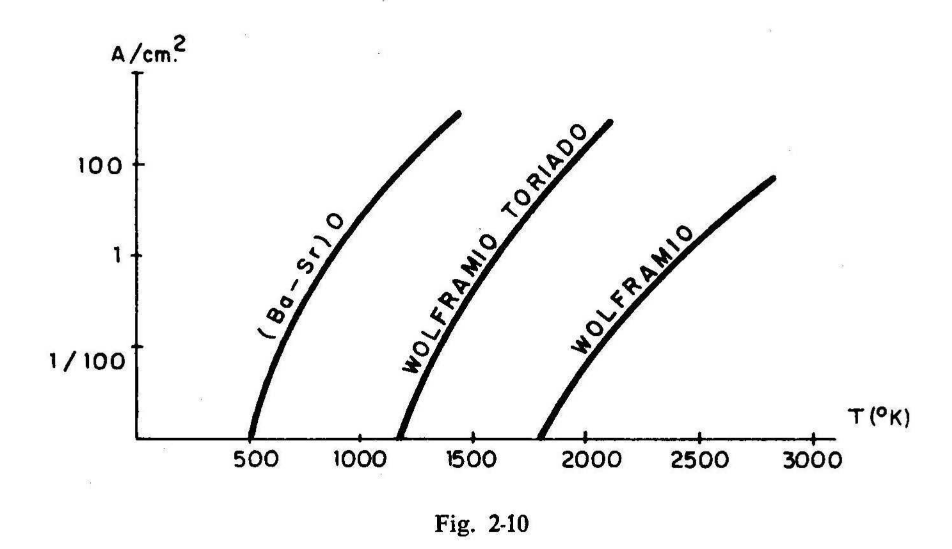


Fig. 2-10

Los óxidos de bario y estroncio (Ba, Sr) O, comienzan a emitir a bajas temperaturas, mientras que para lograr el mismo grado de emisión con volframio puro ha de alcanzarse una temperatura mucho más elevada. La emisividad del volframio toriado es intermedia entre el O(Ba, Sr) y el W.

Hay dos tipos de cátodos, y según el que se emplee se usarán diferentes materiales en su constitución. Las clases de cátodo existentes son:

A) CATODO DE CALDEO DIRECTO

El mismo filamento que se calienta al ser atravesado por la corriente eléctrica es el que emite electrones. Suelen estar construidos por volframio o tungsteno, recubierto por una fina capa de torio, y para lograr con ellos una aceptable emisión se necesitan alcanzar casi los 1.500º C.

B) CATODOS DE CALDEO INDIRECTO

Están formados por un cilindro hueco de níquel, recubierto por óxidos de bario y estroncio, en cuyo interior se aloja un fila-

mento que lo calienta. El filamento se encarga únicamente de calentar el cátodo y éste de emitir los electrones.

Debido a los materiales utilizados se consiguen corrientes electrónicas muy interesantes con temperaturas inferiores a los 800° C.

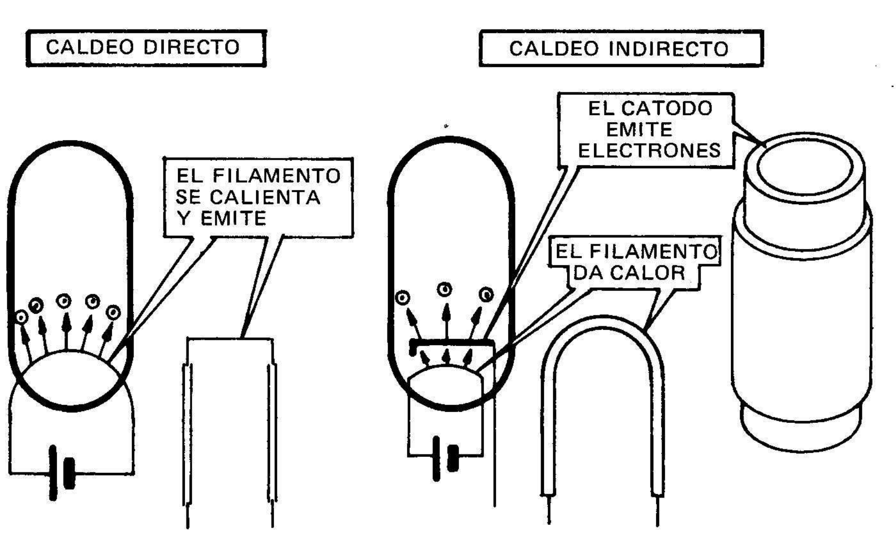


Fig. 2-11

El caldeo directo es interesante porque el filamento necesita poca potencia para calentarse y la puesta en servicio es casi inmediata. Sin embargo, no se puede alimentar este tipo con c.a., pues produce una variación de la emisión, debido a la alteración del valor de la tensión calefactora. Por este motivo se suelen caldear los cátodos de caldeo directo mediante pilas o baterías del orden de los 2 V.

En la actualidad el caldeo indirecto es casi el único que se utiliza, pues, además de poderse alimentar con c.a., ya que el cátodo se encuentra a una distancia del filamento en la que no se perciben las oscilaciones de la temperatura, el filamento queda aislado eléctricamente del cátodo. Para alcanzar la temperatura adecuada y comenzar la emisión se precisan algunos minutos, concretamente los que requiere el paso del calor desde el filamento hasta el cátodo por radiación.

El funcionamiento de la válvula desgasta la sustancia emisora que recubre el cátodo, hasta que deja de emitir electrones, momento en el que se dice que la válvula *está agotada*. El promedio de duración de una válvula es de unas 30.000 horas. Pasado este tiempo la válvula entra en un período de semiagotamiento en el que se reduce la corriente emitida y enseguida en el de agotamiento total.

Los valores más normales usados para el caldeo de los filamentos, según el tipo de tensión que se les aplique, son los siguientes:

1) Si la alimentación de los filamentos se efectúa con c.c. y es por pilas, suele ser de 1,5 V, y si se usan baterías, como las de un coche, 6 ó 12 V.

2) Cuando la alimentación de los filamentos es mediante c.a., se utiliza un transformador que proporciona 6,3 V por lo general.

3) En el caso de que la alimentación se pueda hacer indistintamente con c.c. o c.a., las tensiones empleadas son muy dispares, siendo la corriente que pasa por ellos el factor constante, pues se suelen colocar en serie todos los filamentos de las válvulas. Las intensidades más usadas son 100, 150, 200 y 300 mA.

VALVULAS DE VACIO

Las explicaciones posteriores hacen referencia sólo a las válvulas de vacío, que son a las que se ha extraído de su interior todo el aire y las de aplicación más general.

Hay tres causas importantes por las que debe reinar en el interior del recipiente hermético de vidrio el vacío más perfecto posible, y que son las siguientes:

1.ª Si existieran moléculas de aire en el recorrido de los electrones desde el cátodo hasta el ánodo se producirían choques que impedirían el libre desplazamiento de dichos electrones.

2.ª En los choques a que se ha aludido en la causa anterior, si los electrones se mueven con gran velocidad producirían la expulsión de electrones de los átomos y formarían iones positivos —átomos desprovistos de electrones— que al ser atraídos

por la carga espacial negativa del cátodo chocarían contra él, dañándolo rápidamente.

3.ª La presencia del oxígeno del aire, con las altas temperaturas en las que funciona la válvula, puede quemar el filamento.

La forma de conseguir el vacío en la válvula se efectúa en dos fases:

«1.ª fase»: Antes del cierre hermético de la válvula se realiza la extracción de aire por la parte superior de la válvula, por medio de una bomba neumática.

«2.ª fase»: Como la bomba neumática no alcanza el grado de vacío requerido, se coloca en un soporte que se dispone en la válvula durante el proceso de fabricación un poco de bario. A este soporte se le llama «desgasificador o getter». Una vez realizada la 1.ª fase del vacío y sellada la válvula se la somete a un campo eléctrico de alta frecuencia que determina la vaporización del bario, el cual absorbe el residuo gaseoso, depositándose en el interior de la ampolla y en la zona superior una capa negra brillante.

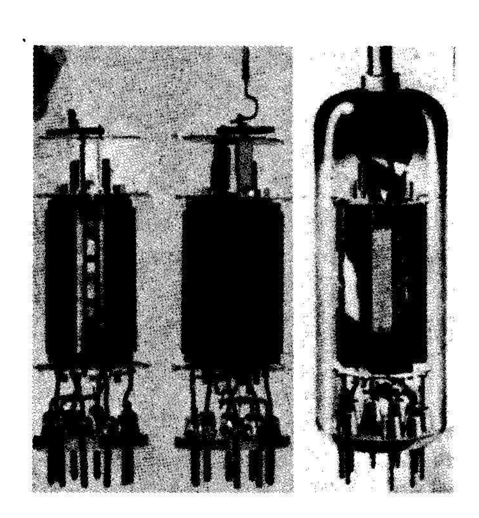


Fig. 2-12

En la figura 2-13 se presenta la realización del cierre por sellado automático de válvulas de la serie miniatura.

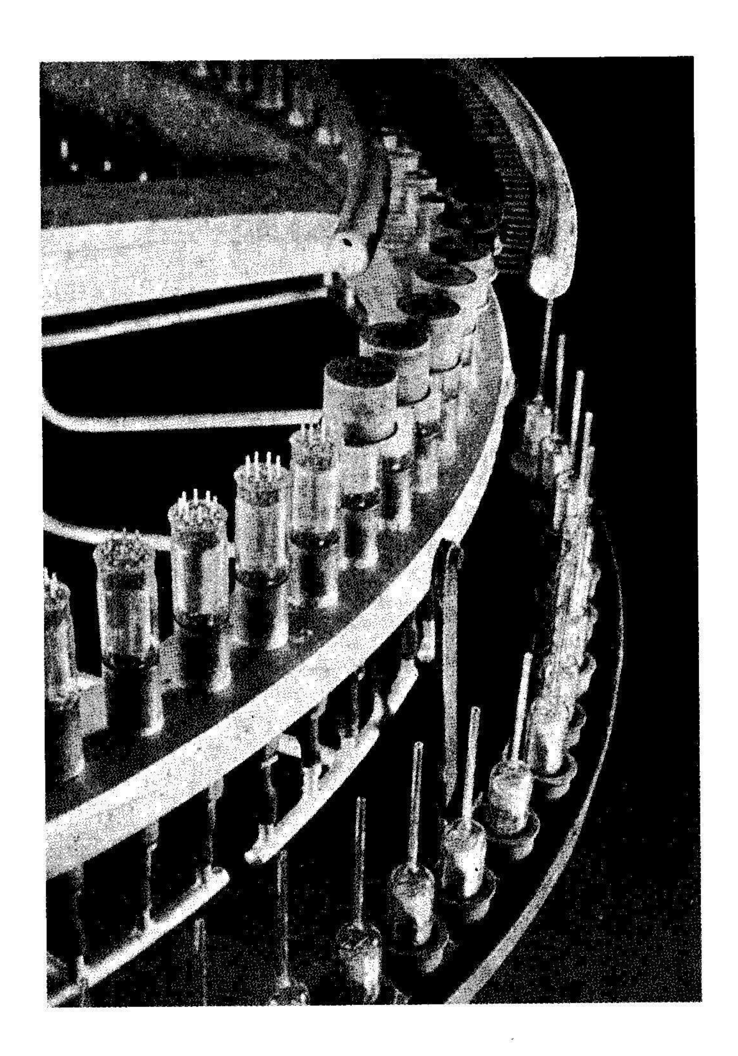


Fig. 2-13

EJERCICIOS DE LA LECCION 2.ª

Táchese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — Los electrodos de una válvula son:

a) *Las patillas que salen del recipiente de cristal.*

b) *Las piezas metálicas contenidas en el interior de las válvulas y que sirven para controlar el paso de la corriente electrónica.*

c) *Las partes de que se compone el cátodo.*

2.ª PREGUNTA. — El precursor de los descubrimientos electrónicos fue:

a) *Edison.*

b) *Coulomb.*

c) *Fleming.*

3.ª PREGUNTA. — La emisión termiónica consiste en:

a) *Emisión de átomos debido al calor.*

b) *Desprendimiento de partículas de los materiales cuando se calientan.*

c) *Emisión de electrones producida por el incremento de temperatura.*

4.ª PREGUNTA. — Un ion positivo es:

a) *Un átomo que ha recogido un electrón libre.*

b) *Un electrón libre.*

c) *Un átomo que ha perdido un electrón periférico.*

5.ª PREGUNTA. — La carga imagen es:

a) *La que adquiere un átomo al perder un electrón.*

b) *La carga positiva que adquiere un cuerpo al perder de su estructura uno o varios electrones que salen a la superficie exterior.*

c) *La carga eléctrica producida por el choque de electrones.*

6.ª PREGUNTA. — El cátodo de caldeo directo aventaja al indirecto en que:

a) *Tarda menos en calentarse y desprender electrones.*

b) *Se puede alimentar con c.a.*

c) *Emite más electrones.*

7.ª PREGUNTA. — El desgasificador o «getter» es:

a) *Un electrodo de la válvula.*

b) *Una superficie que contiene bario para conseguir el vacío en la válvula.*

c) *Una bomba neumática para producir el vacío.*

LECCION **3**

EL DIODO

INTRODUCCION

Las válvulas son dispositivos encargados de regular la cantidad de electrones que circulan por ellas en una sola dirección. La mayor parte de las válvulas disponen como electrodo emisor de un cátodo de caldeo indirecto, pero también necesitan indispensablemente otro electrodo que absorba parte o todos los electrones desprendidos por el cátodo. Dicho electrodo se denomina «ánodo» y técnicamente también se le llama «placa».

El «diodo» es la válvula más sencilla de las existentes y sólo contiene dos electrodos: el cátodo y el ánodo. El nombre y clasificación de las válvulas hace referencia al número de electrodos que contienen:

A) Diodo, con sólo dos electrodos: cátodo y ánodo.

B) Triodo, contiene tres electrodos: cátodo, ánodo y rejilla de control.

C) Tetrodo, con cuatro electrodos: cátodo, ánodo y dos rejillas.

D) Pentodo, con cinco electrodos: cátodo, ánodo y tres rejillas.

E) Hexodo, heptodo, octodo, etc.: siempre todas ellas con cátodo, ánodo y 4, 5, 6, etc., rejillas, respectivamente.

Otros tipos de clasificaciones de las válvulas hacen referencia:

1) a la atmósfera que reina en su interior: de vacío o de gas;

2) al número de patillas exteriores, por ejemplo las de 8 patillas se encuentran en la serie Octal; las de 9, en la Noval; las de 10, en la Decal, etc.;

3) a la potencia que desarrollan: de alta, baja y media potencia;

4) a su misión: rectificadoras, amplificadoras, osciladores, etcétera;

5) a la frecuencia de trabajo, al tipo de filamentos, etc.

LA VALVULA DIODO

Se ha definido el diodo como la válvula más sencilla, compuesta por dos electrodos: cátodo y ánodo. El ánodo o placa es el

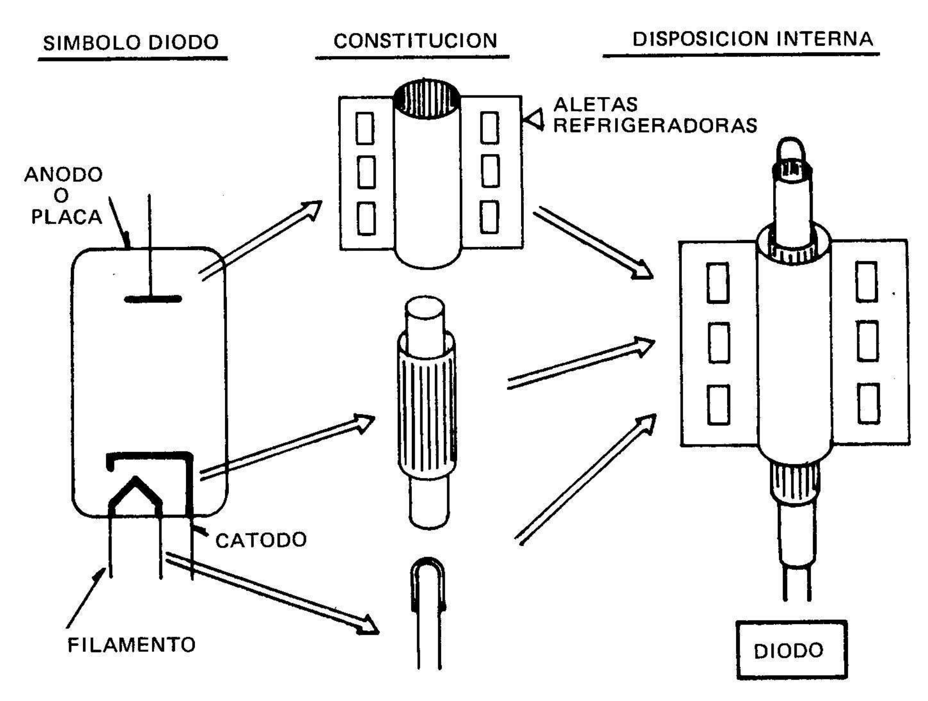


Fig. 3-1

electrodo encargado de atraer los electrones desprendidos por el cátodo, para lo cual se le aplica un potencial positivo respecto a éste.

Los cátodos usados en las válvulas se han comentado en la lección anterior; el ánodo que utiliza el diodo es un cilindro hueco de níquel, que dispone de unas aletas agujereadas al objeto de mejorar su refrigeración y evitar que pueda alcanzar la temperatura de emisión.

El ánodo contiene al cátodo, y éste a su vez al filamento. El símbolo que se utiliza para representar el diodo parece indicar que el ánodo está sobre el cátodo y los electrones que emite este último «suben» hasta la placa, hay que tener en cuenta la disposición real de los electrodos dentro de la válvula, mostrada en la figura anterior, para comprender su funcionamiento. Los electrones salen del cátodo en todas las direcciones, siendo absorbidos por la placa, que envuelve completamente al cátodo, como se indica en la siguiente figura.

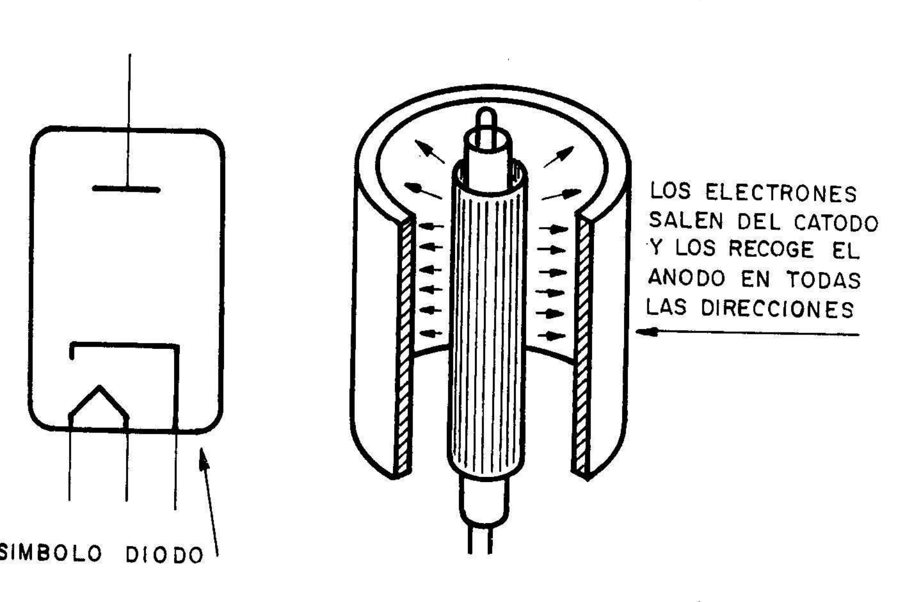


Fig. 3-2

FUNCIONAMIENTO DEL DIODO

Cuando al ánodo del diodo se le aplica un potencial positivo, estando el cátodo caliente y por tanto emitiendo electrones, atrae a dichos electrones. Debido a la carga negativa de éstos, cuanto más positiva sea la placa, con más fuerza serán atraídos, y mayor será el número de electrones que salen de la carga espacial que rodea al cátodo y se dirigen hacia la placa.

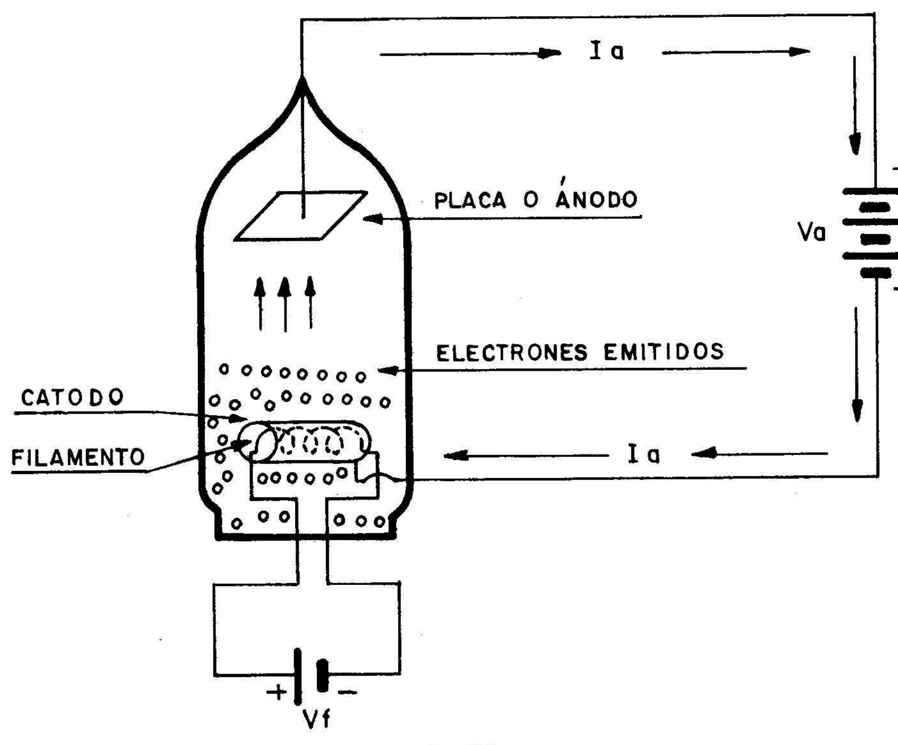


Fig. 3-3

La intensidad que circula por el ánodo I_a, proviene del cátodo y atraviesa la batería V_a, que polariza la placa positivamente respecto al cátodo, yendo a parar de nuevo al cátodo. Luego los

electrones emitidos termiónicamente del cátodo vuelven a él después de atravesar el ánodo y el circuito exterior, en donde se encuentra la batería de polarización.

> La cantidad de electrones que circula por un diodo depende del valor de la polarización positiva de la placa proporcionalmente, pero siempre todos los electrones que salen del cátodo vuelven a él formando un circuito cerrado.

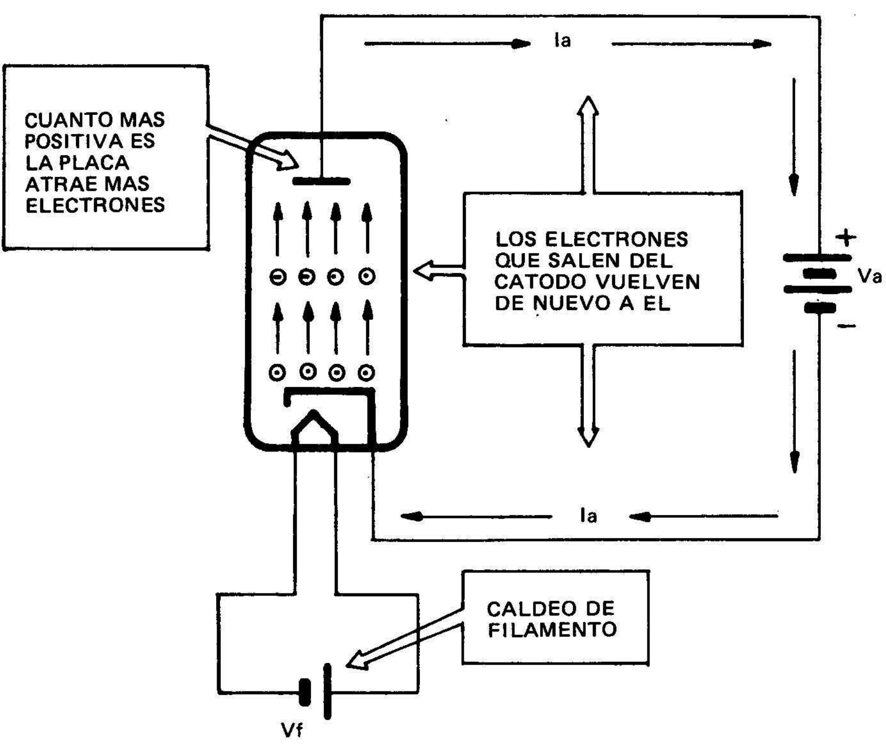


Fig. 3-4

«La I_a que circula por el diodo es proporcional a la disposición geométrica de los dos electrodos y a la tensión entre ánodo y

cátodo elevada a la potencia 3/2». Dicha I_a al salir del diodo puede alimentar a cualquier elemento, denominado «carga», como una radio, un televisor, un motor, etc.

TENSION DE FILAMENTO

Si al filamento se le aplica una determinada tensión, por ejemplo 3 V, y se aumenta lentamente la del ánodo V_a, se comprueba cómo varía la corriente que circula por la placa. Si se representan gráficamente los resultados obtenidos se llega al siguiente ábaco.

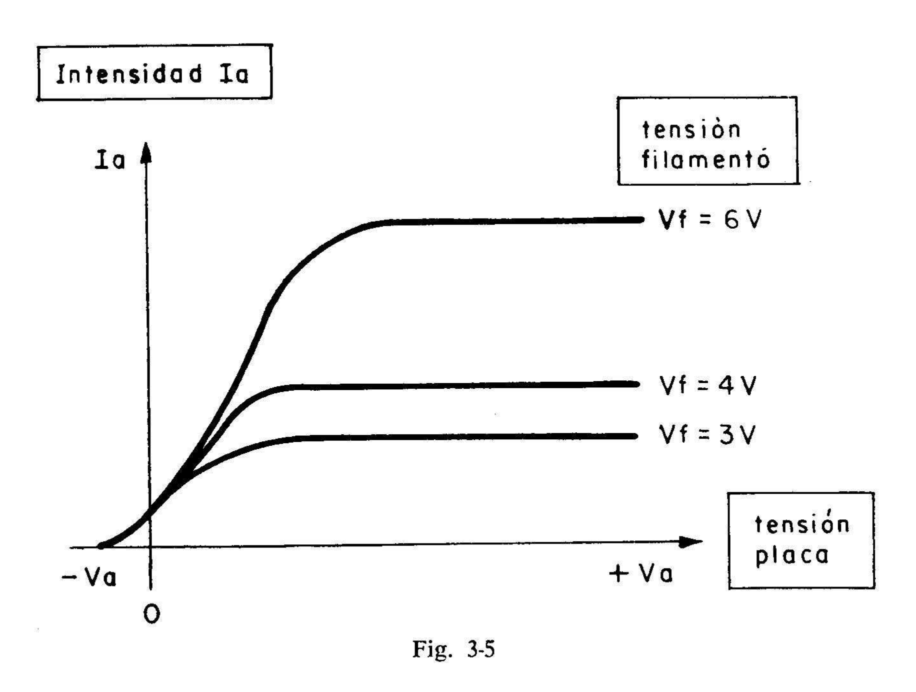


Fig. 3-5

Estas curvas indican la relación entre la tensión del ánodo V_a y la corriente que circula por él, I_a, para cada tensión aplicada al filamento. Obsérvese que dichas curvas no pasan por el origen. En efecto, con pequeñas tensiones negativas de ánodo circula una débil corriente, como consecuencia de la elevada velocidad con

que algunos electrones abandonan el cátodo. En la práctica se desprecia esta pequeña corriente y se trazan las curvas partiendo del origen.

Al alcanzar cada curva una determinada tensión V_a, se puede comprobar en el gráfico que por más que se eleve aquélla no se consigue aumentar I_a, pues con esa tensión todos los electrones que salen del cátodo son absorbidos por el ánodo. Esta máxima corriente para cada tensión de filamento recibe el nombre de «corriente de saturación».

Hasta cierta tensión de placa se confunden prácticamente las curvas para diferentes tensiones de filamentos, en esta parte la corriente de la válvula sólo depende de la tensión aplicada y entre esta zona y la de saturación existe un trozo casi rectilíneo.

CURVA CARACTERISTICA ESTATICA DE UN DIODO

La curva a que nos referimos representa gráficamente el comportamiento de un diodo, ante las variaciones de tensión del ánodo, manteniendo constante la del filamento y sin colocar «carga» en el circuito exterior de la placa. Al variar la tensión del ánodo, V_a, la corriente de electrones que llega a él varía proporcionalmente.

Al aumentar el potencial positivo del ánodo V_a lo hace la corriente de placa, I_a, pero si la placa se hace negativa repele a los electrones que salen del cátodo y se anula I_a; por esta razón no se suelen representar los valores negativos de V_a en la curva característica. Es como si la válvula se comportase como una resistencia al paso de los electrones, llamada «resistencia interna de la válvula» y cuyo valor se halla aplicando la ley de Ohm:

$$R_i = \frac{\Delta\ V_a \text{ (Incremento de } V_a\text{)}}{\Delta\ I_a \text{ (Incremento de } I_a\text{)}}.$$

En el caso de la válvula a la que corresponde la curva característica de la figura 3-6, el valor de su resistencia interna será:

$$R_i = \frac{\Delta\ V_a}{\Delta\ I_a} = \frac{(60 - 20)\text{ V}}{(10 - 5)\text{ mA}} = \frac{40}{0{,}005} = 8.000\ \Omega.$$

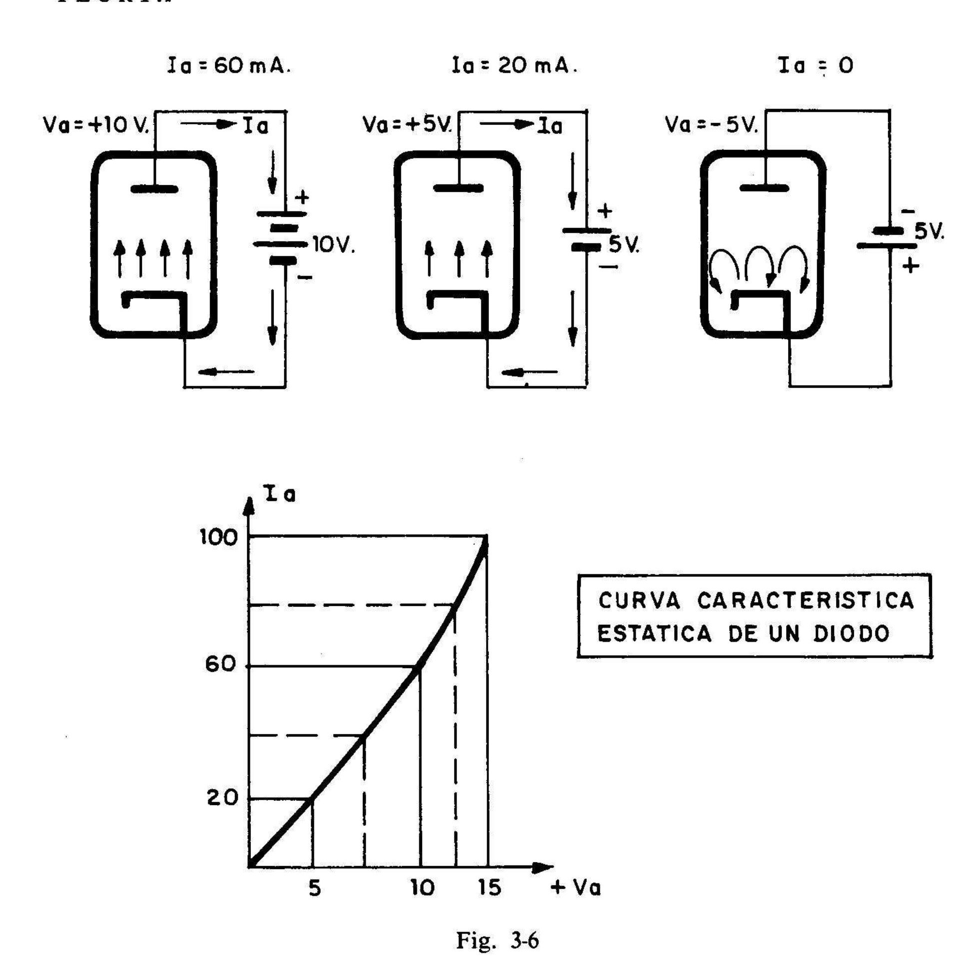


Fig. 3-6

Interesa que la resistencia interna de la válvula sea pequeña para que así absorba poca tensión cuando conduce y la mayoría quede en la carga. Por ejemplo, la resistencia interna de la válvula UY 85 es de 100 Ω.

En las curvas no se dibujan las corrientes de saturación ni las que corresponden a tensiones negativas de placa, por ser muy pequeñas al compararlas con las que pasan con tensiones positivas.

CURVA CARACTERISTICA DINAMICA

La curva característica estática representa las variaciones de I_a que corresponden a las de tensión V_a «sin colocar carga en el circuito exterior de la placa». Como es lógico, hay que suponer que la utilización del diodo perseguirá siempre la alimentación de una carga exterior por la que circulará la I_a que regula la válvula. A esta carga exterior la representaremos como una resistencia, aunque podrá ser otro componente e incluso la mayoría de las veces un circuito completo; de este modo, el circuito real de utilización de un diodo será el descrito en la figura siguiente.

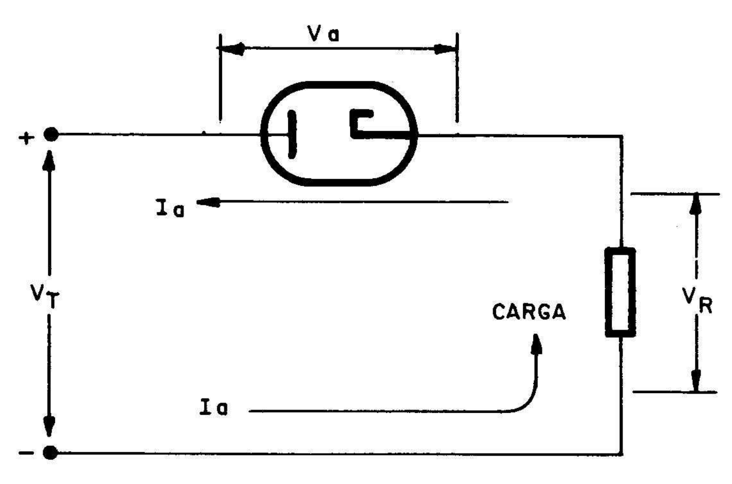


Fig. 3-7

En todo momento la tensión total, V_T, aplicada al circuito se reparte entre la válvula, V_a, y la carga V_R, cumpliéndose la siguiente ecuación:

$$V_T = V_a + V_R.$$

Siempre existirá una parte de la tensión total V_T, que quedará entre ánodo y cátodo, y que llamamos V_a, que es la que consigue dirigir los electrones desde el cátodo hasta el ánodo. Dicha ten-

sión V_a, recordando que el diodo se comporta como una resistencia, que se denomina R_i, vendrá dada por la siguiente fórmula:

$$V_a = R_i \cdot I_a.$$

La tensión que queda en la carga, según la ley de Ohm, será:

$$V_R = R \cdot I_a.$$

Al hallar la curva característica estática, toda la tensión de alimentación se aplicaba entre ánodo y cátodo de la válvula; pero si tenemos en cuenta la carga exterior, la tensión que existe entre los electrodos del diodo ya no es la total, puesto que hay que descontar la que absorbe la carga, cuyo valor es:

$$V_a = V_T - I_a \cdot R.$$

La curva que relaciona las intensidades que atraviesan el diodo con la tensión real existente entre cátodo y ánodo, teniendo en cuenta la absorción de la carga, se denomina curva característica dinámica de la válvula y tiene menos inclinación que la estática, al ser inferior V_a en el valor correspondiente a la tensión que se lleva la carga.

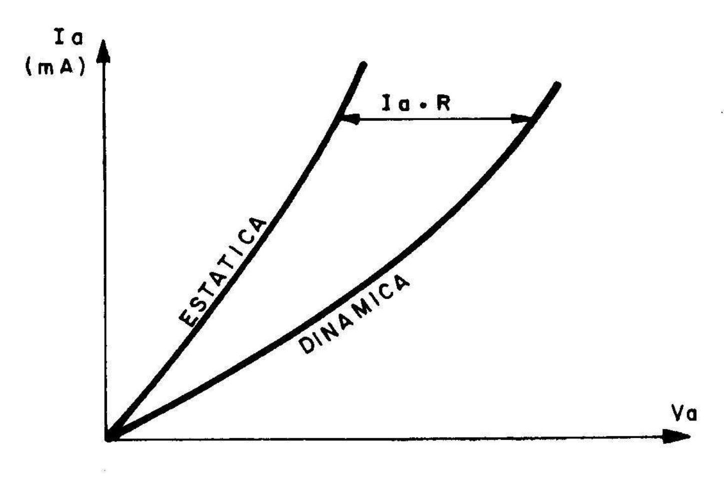


Fig. 3-8

TIPOS DE DIODOS

Según su aplicación o utilización se clasifican en:

1) Diodos propiamente dichos, que aguantan intensidades de paso muy pequeñas, del orden de algún miliamperio como máximo, y se emplean para detectar o demodular pequeñas tensiones alternas, en general de alta frecuencia. La función de la «detección» se estudiará más adelante.

2) Diodos rectificadores, que aguantan tensiones y corrientes elevadas, siendo su principal misión la de rectificar la c.a. para transformarla en c.c.

En un principio se presentan los diodos rectificadores, ya que forman una parte esencial dentro de las fuentes de alimentación a las que se dedica este tomo.

LIMITACIONES DE LOS DIODOS

Entre las principales magnitudes y características que determinan el funcionamiento y elección de un diodo se destacan:

1.º) TENSION INVERSA MAXIMA. Cuando la tensión aplicada a un circuito formado por un diodo y una carga polariza positivamente la placa, circula una intensidad importante y produce una fuerte caída de tensión en dicha carga. Entre los electrodos de la válvula queda muy poca tensión, repartiéndose la total aplicada entre la válvula y la carga (fig. 3-9).

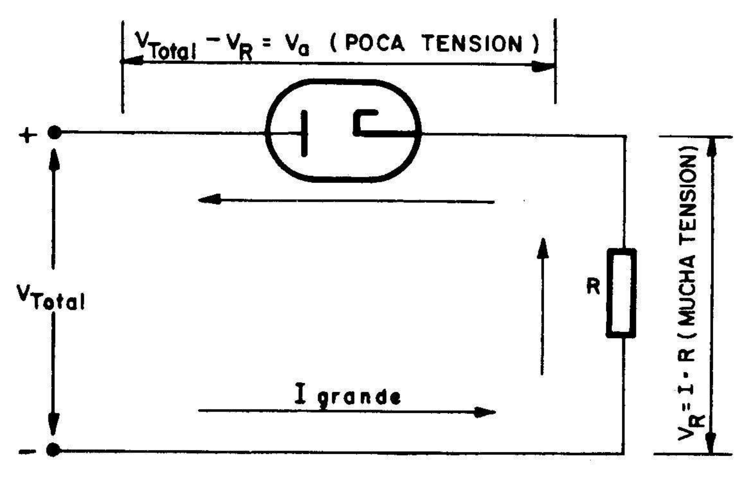


Fig. 3-9

Cuando el diodo queda polarizado inversamente, es decir, negativa la placa respecto al cátodo, no conduce y en la carga no queda ninguna tensión, pues $V_R = I \cdot R = 0 \cdot R = 0$, quedando el total de la tensión aplicada entre los dos electrodos de la válvula (fig. 3-10).

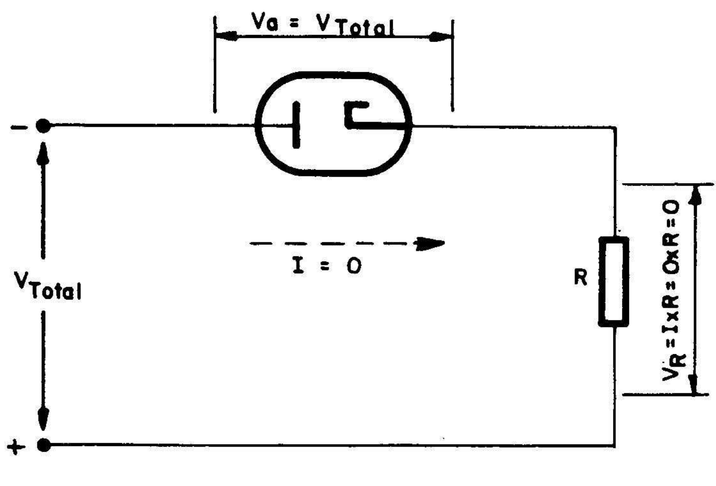


Fig. 3-10

Al ser muy elevada la tensión inversa que queda en la válvula cuando está polarizada inversamente, puede haber peligro de arco entre los dos electrodos, por lo que el fabricante recomienda el valor máximo que no se deba sobrepasar.

2.°) CORRIENTE MAXIMA EMITIDA POR EL CATODO. La emisión por parte del cátodo de una corriente electrónica superior a la que se ha proyectado, y se indica en los manuales de válvulas, ocasiona un rápido agotamiento e incluso la rotura de la válvula.

3.°) TENSION DE FILAMENTOS. Sobrepasar la tensión de filamentos que indica el fabricante, aparte del aumento de temperatura y el de emisión, tratado en el párrafo anterior, puede llegar a hacer peligrar el aislamiento entre el cátodo y el filamento de la válvula.

4.°) POTENCIA MAXIMA DISIPADA. Los electrones que chocan contra la placa producen en ella un aumento de temperatura, a consecuencia del continuo bombardeo a que la someten.

La potencia que disipa un diodo y se transforma en calor en la placa es $P = V_a \cdot I_a$, teniendo los ánodos unas aletas perforadas destinadas a evacuar este calor; pero si I_a se eleva en exceso resultan insuficientes y la temperatura de la placa puede alcanzar el punto de emisión electrónica, ocasionando en ese instante una corriente de ánodo a cátodo que destruiría el circuito.

5.°) CAPACIDAD ENTRE ANODO Y CATODO, C_{KP}. Un condensador lo forman dos placas metálicas separadas por un aislante o dieléctrico. Un diodo está constituido por dos elementos metálicos, cátodo y placa, entre los cuales existe el vacío aislante, presentando una pequeña capacidad ficticia originada por la misma estructura de la válvula. Esta capacidad es muy pequeña, inferior a 30 pF (picofaradios), pero en el caso de trabajar con altas frecuencias su reactancia capacitiva es muy baja,

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C},$$

existiendo prácticamente un cortocircuito entre los dos electrodos del diodo.

EJERCICIOS DE LA LECCION 3.ª

Táchese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — El nombre de «diodo» se le da a la válvula según:

a) *Las patitas que sobresalen del recipiente o ampolla de vidrio.*
b) *El conexionado de sus filamentos.*
c) *El número de electrodos que contiene.*

2.ª PREGUNTA. — Las aletas de que disponen los ánodos sirven para:

a) *Aumentar la superficie emisora.*
b) *Aumentar la superficie para la recepción de electrones.*
c) *Refrigerarlo y evitar que alcance altas temperaturas.*

3.ª PREGUNTA. — En una válvula diodo los electrones que emite el cátodo van:

a) *A parar al ánodo, donde quedan.*
b) *Al ánodo y luego pasan a la carga exterior, en donde quedan.*
c) *Pasan por la placa y el circuito exterior, regresando de nuevo al cátodo.*

4.ª PREGUNTA. — Cuando la placa de un diodo se polariza negativamente respecto del cátodo, los electrones que emite éste van:

a) *A la placa.*
b) *Al negativo de la polarización exterior.*
c) *Regresan al cátodo.*

5.ª PREGUNTA. — La intensidad que circula por un diodo, con una tensión fija de los filamentos, depende:

a) *De la tensión del ánodo.*

b) *De lo grande que sea el ánodo.*

c) *De la disposición geométrica de los dos electrodos y de la tensión de la placa elevada a la potencia 3/2.*

6.ª PREGUNTA. — La curva característica dinámica de un diodo:

a) *Es la relación de* I_a *y* V_a *para un diodo sin carga externa.*

b) *Es la relación de* I_a *y* V_a *para un diodo con resistencia interna.*

c) *Tiene menos inclinación que la curva característica estática.*

PROBLEMA 1.º

Dibujar en un gráfico I_a V_a la curva característica estática de un diodo del que se conocen los siguientes puntos de funcionamiento.

V_a	I_a (mA)
0	1
10	5
20	12
30	20
40	20

PROBLEMA 2.º

Calcular la resistencia interna de un diodo por el que circulan 10 mA cuando existe una tensión continua entre ánodo y cátodo de 40 V.

PROBLEMA 3.º

Calcular el valor de la resistencia de carga del circuito de la figura 3-11 teniendo en cuenta que circula una intensidad de 8 mA

por el diodo cuando la tensión total de alimentación es de 150 V, y la resistencia interna del diodo es de 10 KΩ.

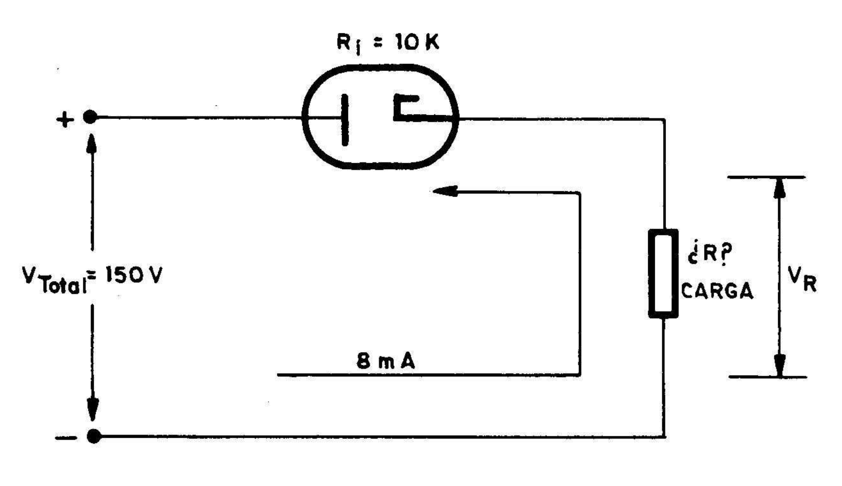


Fig. 3-11

LECCION 4

LA RECTIFICACION

Todos los aparatos electrónicos funcionan solamente con c.c. Sin embargo, y debido a las ventajas que supone a los productores de energía eléctrica, en la mayoría de las naciones del mundo el suministro es de c.a.

IMPORTANCIA DE LAS FUENTES DE ALIMENTACION

Los elementos típicos que caracterizan los circuitos electrónicos son las válvulas y los semiconductores, que precisan c.c. para

ESQUEMA DE UNA FUENTE

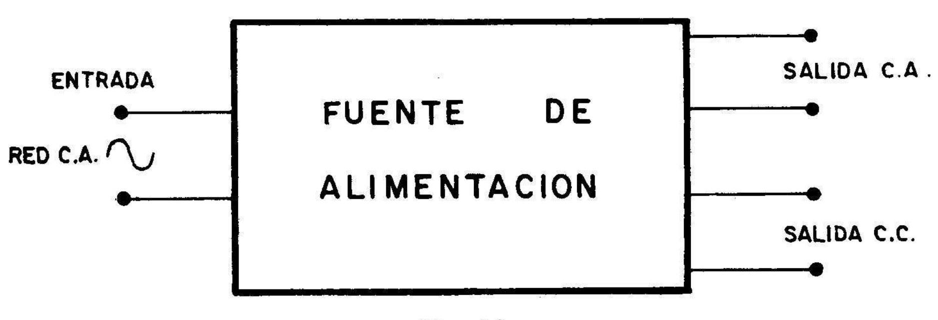


Fig. 4-1

su funcionamiento. Esto nos obliga a colocar en todo montaje una fuente de alimentación, la cual, abasteciéndose de la c.a. de le red, la convierta en c.c. para el correcto funcionamiento de los componentes electrónicos.

Una fuente de alimentación es un circuito electrónico —contiene válvulas o semiconductores— que sirve para suministrar al aparato del que forma parte las tensiones de c.a. y de c.c. que precisa (fig. 4-1).

En c.a. y partiendo de la tensión de red (125 ó 220 V) se pueden obtener otras tensiones usando un transformador con la relación de espiras adecuada entre los devanados primarios y secundarios. En la figura siguiente, el transformador posee dos devanados secundarios, en los cuales se obtienen las tensiones siguientes:

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} 220 \qquad V_3 = \frac{N_3}{N_1} 220$$

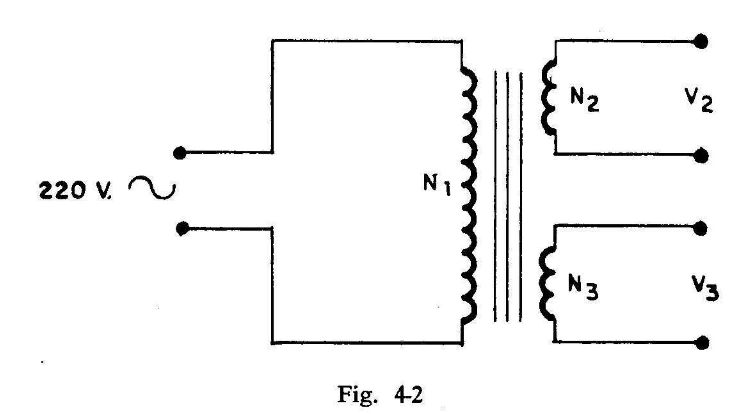


Fig. 4-2

Es más complicado conseguir c.c. partiendo de la c.a., necesitándose siempre para conseguir esta transformación la ayuda de un diodo, bien sea válvula o semiconductor, es decir, la utilización de un circuito electrónico.

RECTIFICACION

Para convertir la c.a. en c.c., una fase de la mayor importancia es la rectificación, con la que se transforma la c.a. en otra que ya posee una componente de c.c., siendo preciso un diodo para lograrlo.

Cuando a un diodo se le polariza positivamente su placa, circula desde el cátodo hasta la placa una corriente proporcional a dicha polarización. Al polarizar el ánodo con potencial negativo repele los electrones que salen del cátodo, impidiendo la formación de la corriente I_a.

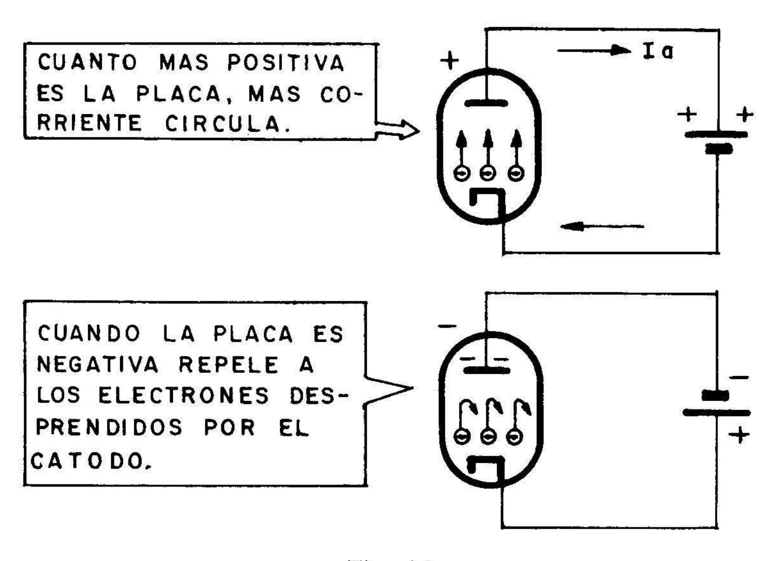


Fig. 4-3

Conectando un generador de c.a., como puede serlo el secundario de un transformador, a un circuito formado por un diodo en serie con su carga —elemento que aprovecha la intensidad que deja pasar la válvula—, en cada semiciclo cambia la polarización existente entre cátodo y placa.

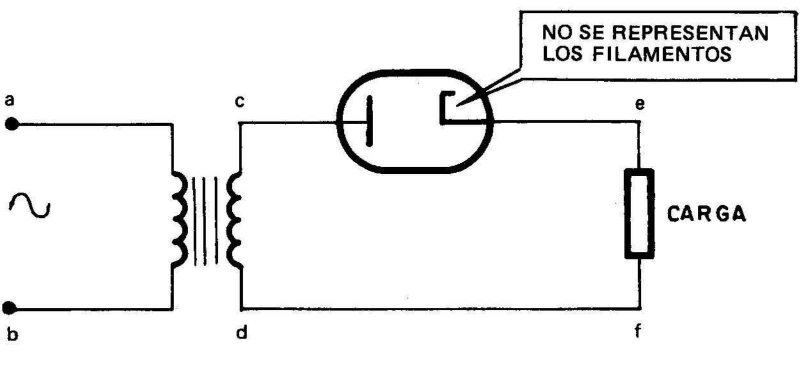


Fig. 4-4

Al conectar c.a. a los terminales del primario del transformador, *a* y *b,* se obtiene en los terminales del secundario, *c* y *d,* otra tensión alterna proporcional a la relación de espiras entre los dos devanados. Al aplicar dicha c.a. al circuito formado por el diodo y la resistencia de carga, durante el semiciclo positivo el terminal *c* del secundario será positivo respecto al *d* y el diodo quedará polarizado directamente, al ser la placa positiva y atraer los electrones que salen del cátodo, según la figura 4-5.

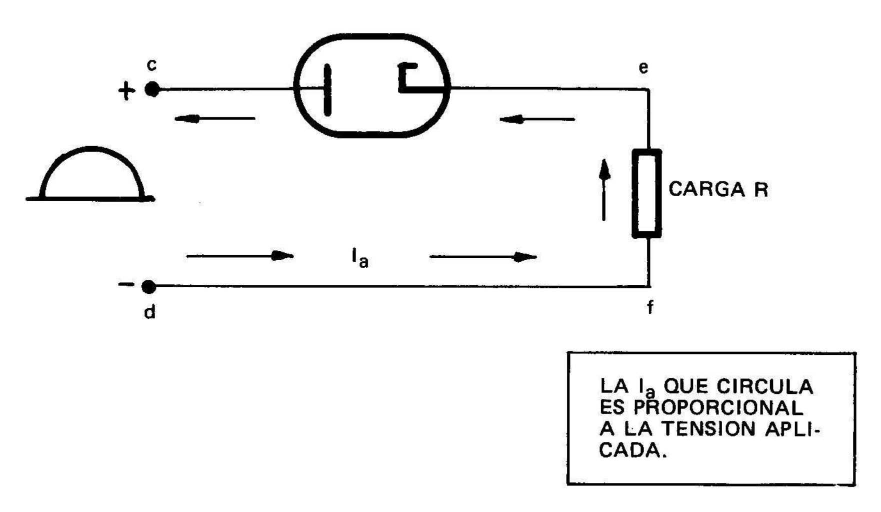


Fig. 4-5

La I_a que circula por la figura anterior no es constante, sino que varía con la tensión que recibe el circuito, que al ser alterna, la corriente, partiendo de cero, subirá hasta un valor máximo y nuevamente volverá a cero. El valor de I_a dependerá del valor de la tensión suministrada y de la resistencia que tenga la carga.

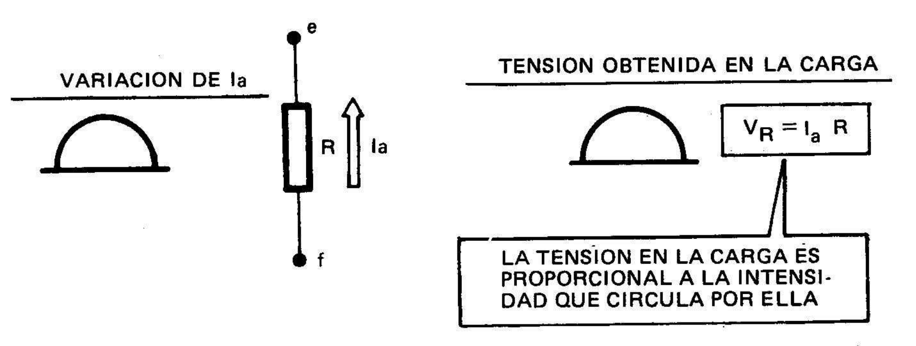


Fig. 4-6

Durante el semiciclo positivo comentado se recibe en la carga una tensión V_R de igual forma que la aplicada al circuito y de valor $V_R = I_a \cdot R$.

Cuando llega el semiciclo negativo se invierte la polaridad en los bornes del secundario del transformador, quedando el diodo

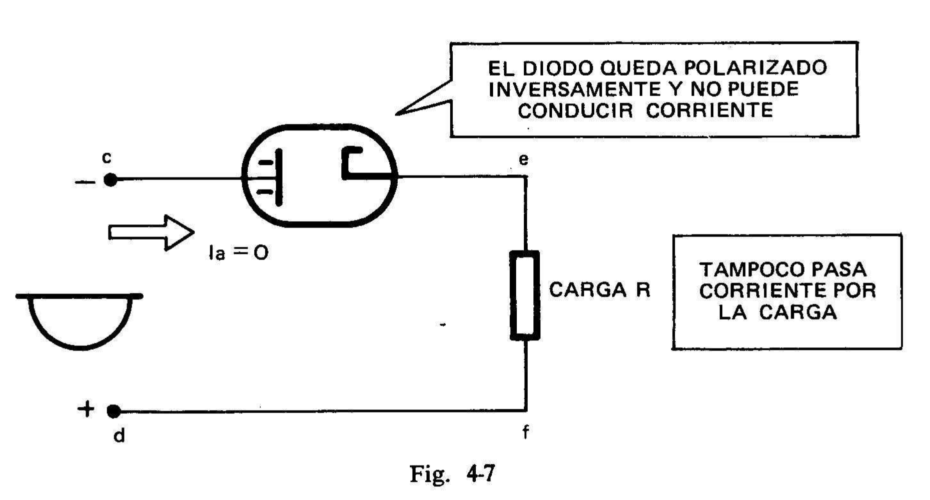


Fig. 4-7

polarizado inversamente, o sea, la placa negativa respecto al cátodo, siendo repelidos los electrones despedidos por el cátodo y anulando el valor de I_a.Por la carga tampoco pasará corriente, por estar en serie con el diodo que en este semiciclo queda bloqueado y no conduce (fig. 4-7).

Mientras dura el semiciclo negativo no hay corriente por la carga y consecuentemente tampoco tensión entre sus extremos, pues $V_R = I_a \cdot R = 0 \cdot R = 0$.

> Resumen: Al colocar un diodo en serie con una carga y aplicar c. a. sólo circula corriente y se produce tensión en la carga durante los semiciclos positivos, pasando la intensidad por la carga siempre en la misma dirección y manteniéndose fija la polaridad entre sus extremos.

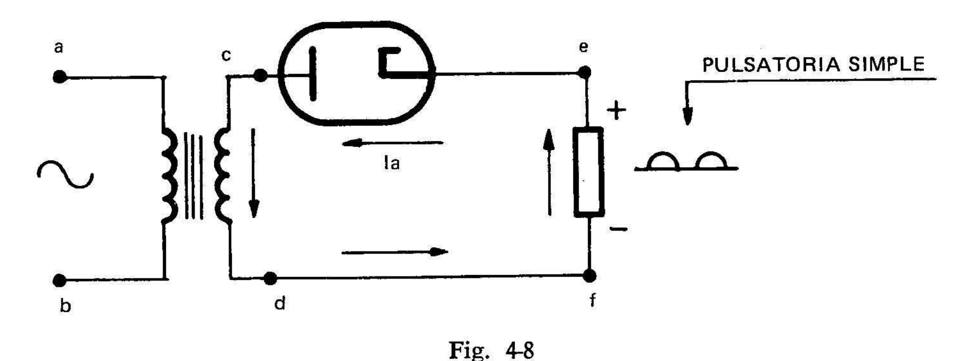


Fig. 4-8

El diodo deja pasar la corriente en una sola dirección: de cátodo a placa. Al aplicar c.a. a los terminales del primario del transformador, *a* y *b*, el diodo dejará pasar intensidad cada vez que el terminal *c* del secundario sea positivo respecto al *d*. Como consecuencia, sólo durante los semiciclos positivos circula corriente por el diodo y la carga, obteniéndose en esta última una forma de tensión o corriente denominada «pulsatoria simple, formada por los semiciclos positivos, según la figura 4-8.

Es como si el diodo se comportase como un interruptor que durante los semiciclos positivos está cerrado y se aplica la tensión a la carga y en el negativo el interruptor se abre y no recibe tensión la carga.

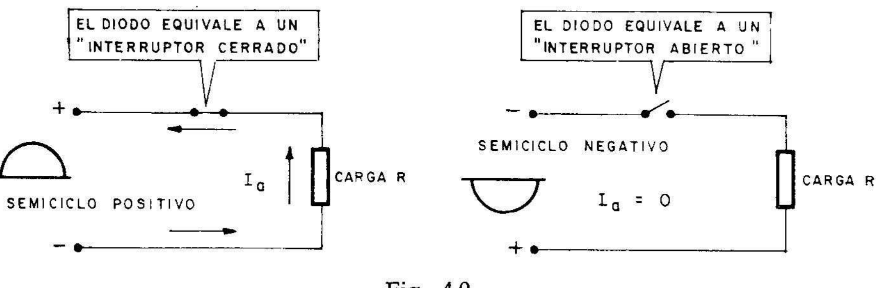


Fig. 4-9

Mediante un diodo se rectifica la c.a., obteniendo otra compuesta sólo por los semiciclos positivos (pueden ser los negativos invirtiendo la posición del diodo) denominada «pulsatoria simple». La rectificación es el primer paso ineludible para lograr la conversión de la c.a. en c.c.

RECTIFICACION DE DOBLE ONDA

Utilizando dos diodos y un transformador con toma media en su secundario se puede mejorar la rectificación, al aprovechar también los semiciclos negativos.

Transformador con toma media

Un transformador que posea una toma central en el devanado secundario tiene la propiedad de cambiar la polaridad entre sus extremos respecto a la toma central en cada semiciclo. La toma media se suele conectar al chasis, conexión llamada también de masa, por lo que su potencial siempre es nulo (fig. 4-10).

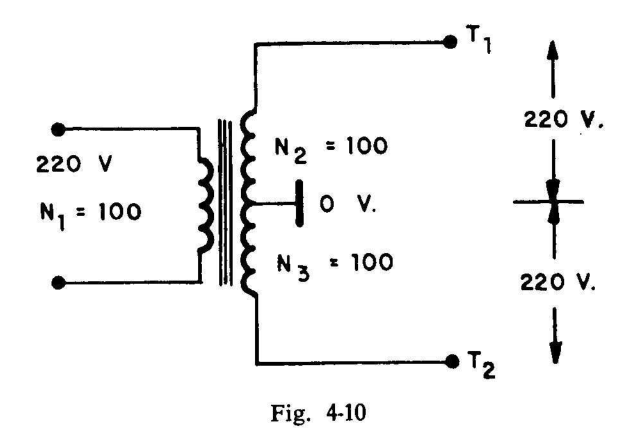


Fig. 4-10

Como la parte superior del devanado secundario, entre T_1 y la toma central, tiene el mismo número de espiras que el primario, en los dos habrá la misma tensión, sucediendo otro tanto en la parte inferior del secundario, entre T_2 y la toma central. En el ejemplo que se expone en la figura 4-10 se supone que tanto el devanado primario como cada una de las partes del secundario tienen 220 V.

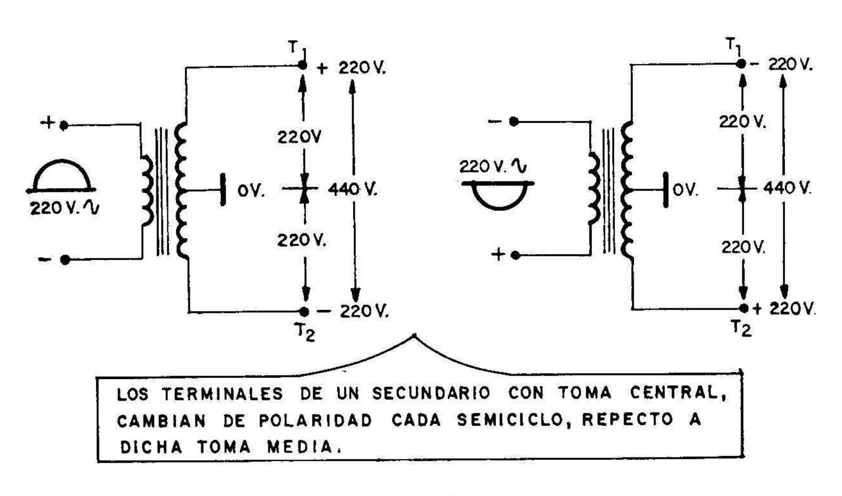


Fig. 4-11

Dado que la toma central siempre tiene O V, el terminal superior T_1 durante un semiciclo tiene la polaridad positiva, al tiempo que T_2 es negativo, ocurriendo todo lo contrario en el semiciclo siguiente (T_1 negativo y T_2 positivo). Si los dos terminales del secundario, T_1 y T_2, tuviesen la misma polaridad y tensión, la diferencia de potencial entre ellos sería nula y se sabe que en el secundario de un transformador con doble número de espiras que el primario tiene que haber el doble de tensión, cosa factible en el caso de que T_1 y T_2 tengan polaridades opuestas, pues se cumple que $T_1 - T_2 = 220 - (-220) = 440$ V.

Doble diodo

Dentro del mismo recipiente de una válvula pueden existir dos independientes. En vez de usar dos diodos por separado es preferible utilizar sólo una válvula que contenga los dos a la vez. El filamento y el cátodo pueden ser comunes para los dos diodos, teniendo en cuenta que la corriente emitida ha de cubrir las necesidades de las dos placas.

El rectificador de doble onda con transformador de toma media y doble diodo se muestra en la figura siguiente al lado del símbolo de la válvula doble diodo, en la que no se han representado sus filamentos.

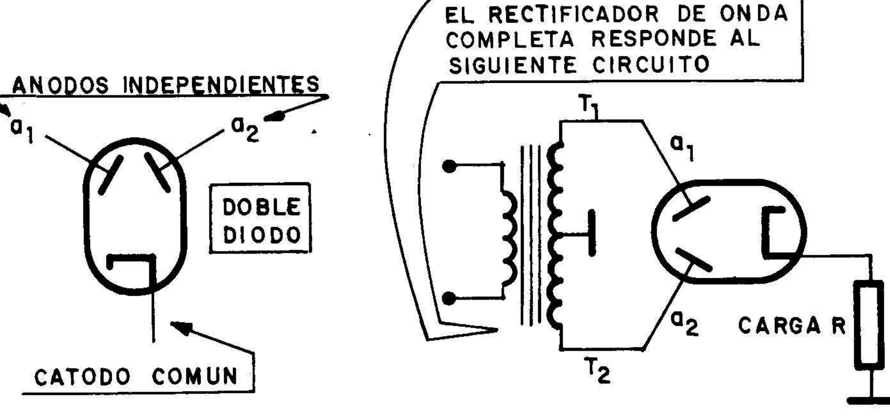


Fig. 4-12

Ya se estudió que durante el semiciclo positivo el terminal T_1 se hacía positivo respecto a la toma media y por lo tanto el ánodo a_1 conectado a él atraerá los electrones del cátodo, circulando corriente por este diodo y la carga, como se ve en la figura siguiente.

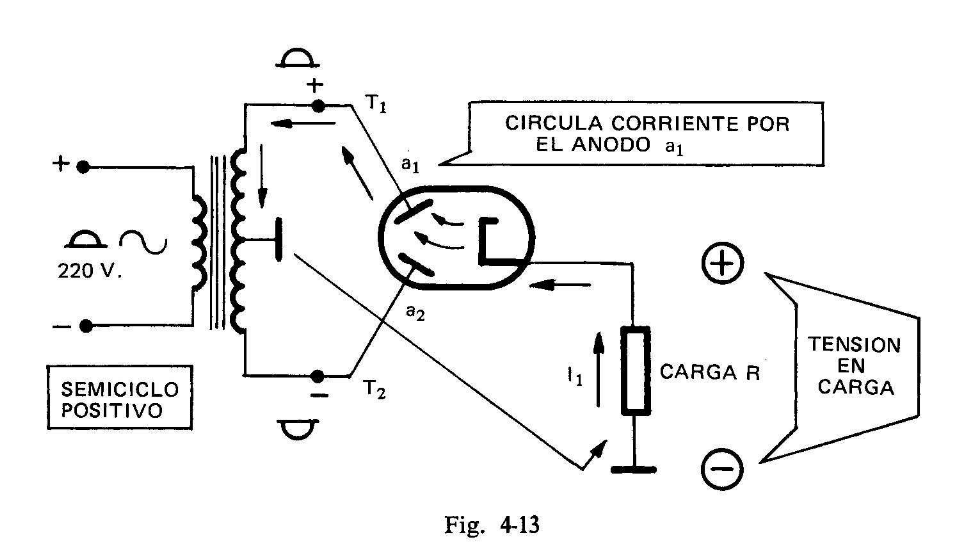


Fig. 4-13

Por circular hacia arriba por la carga la corriente I_1, la tensión creada en ella tendrá el polo positivo en el borne superior, adonde se dirigen los electrones, y su valor será $I_1 \cdot R$, siendo variable lo mismo que I_1.

En el semiciclo siguiente es el terminal T_2 quien se hace positivo respecto a la toma media. Como T_2 está conectado al ánodo a_2 y la toma media va a masa, igual que el cátodo común, a través de la resistencia de carga, será ahora el diodo formado por el cátodo y el ánodo a_2 el que deje atravesar la corriente I_2, la cual también pasa por la carga hacia arriba y produce la misma polarización en ella que la corriente I_1 (fig. 4-14).

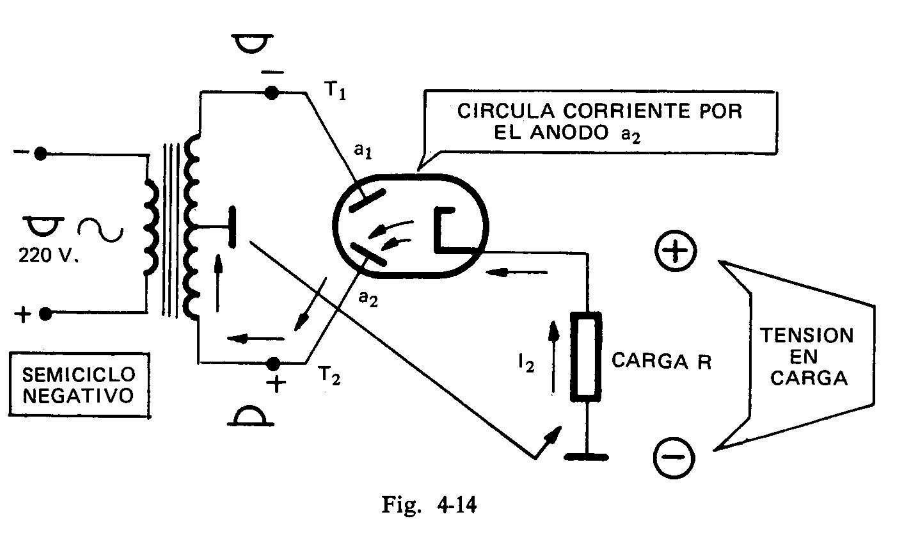


Fig. 4-14

Como las tensiones en ambos devanados del secundario son iguales, también lo serán las intensidades I_1 e I_2, obteniéndose en la carga dos semiciclos de la misma magnitud y polaridad.

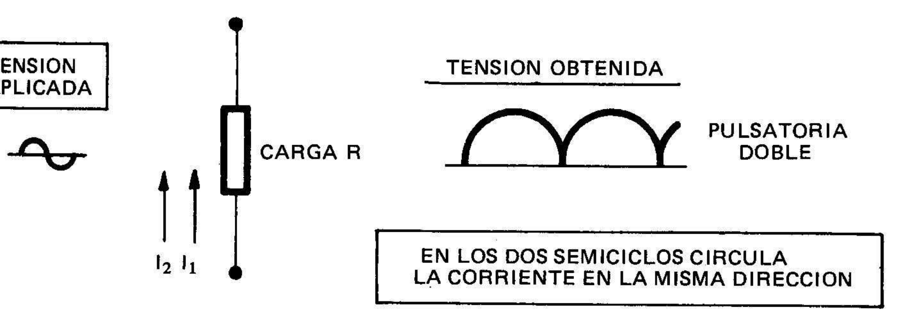


Fig. 4-15

La tensión conseguida por este circuito es mucho mejor que a obtenida con un solo diodo, pues se aprovechan todos los semiciclos y en la carga se obtiene constantemente tensión de polaridad invariable.

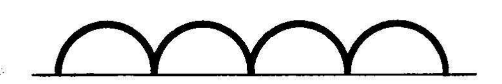


Fig. 4-16

Con la operación de rectificado que hemos estudiado en esta lección, sea simple o doble, se tranforma la c.a. en corriente pulsatoria, simple o doble, pero para lograr la c.c. aún se requiere un nuevo paso, que se expone en la próxima lección y se llama filtrado.

CALCULO DE LA CORRIENTE QUE ATRAVIESA UN CIRCUITO RECTIFICADOR

El circuito básico usado para la rectificación de la c.a. está formado por el transformador de alimentación, el diodo y el componente que actúa como carga, pudiendo ser dicho circuito de media onda o de onda completa, según los esquemas que se muestran en la figura siguiente.

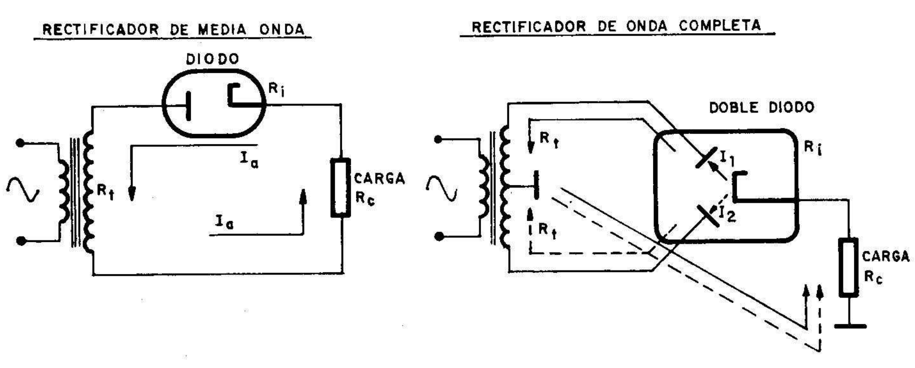


Fig. 4-17

Conocido el valor del voltaje que entrega el secundario del transformador, el cálculo de la corriente que atraviesa el circuito se logra aplicando la ley de Ohm, dividiendo dicha tensión por la resistencia total. La resistencia del circuito es la suma de la que tiene la carga, más la interna de la válvula, más la que presente el devanado del transformador.

$$I_a = \frac{V_{transf.}}{R_{carga} + R_{i\ (diodo)} + R_{transf.}}$$

El valor de la resistencia de la carga será normalmente conocido; la de la válvula, también, consultando el manual de características y la del transformador, denominada $R_{transf.}$, dependerá de las resistencias R_1 y R_2 de su primario y secundario, así como de la relación de espiras n, según fórmulas.

$$R_{transf.} = \frac{R_1}{n^2} + R_2 \text{ (Media onda)}$$

$$R_{transf.} = \frac{R_1}{n^2} + \frac{R_2}{2} \text{ (Doble onda)}$$

EJERCICIOS DE LA LECCION 4.ª

Táchese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — La rectificación con un simple diodo consiste en:

a) *Convertir la c.a. en c.c.*

b) *Dejar pasar la corriente en un solo semiciclo de la c.a.*

c) *Convertir la c.c. en c.a.*

2.ª PREGUNTA. — Un diodo no conduce cuando su placa es negativa porque:

a) *La placa emite electrones.*

b) *La placa repele los electrones.*

c) *La placa atrae los electrones emitidos por el cátodo.*

3.ª PREGUNTA. — El transformador con secundario de toma media se caracteriza:

a) *Porque la tensión de su secundario es la mitad que la del primario.*

b) *Porque posee una toma auxiliar entre primario y secundario.*

c) *Porque la toma media divide el secundario en dos devanados iguales, pero polaridades opuestas respecto a dicha toma.*

4.ª PREGUNTA. — Rectificador de doble onda es el que:

a) *Duplica el número de veces que llega tensión al diodo.*

b) *Deja pasar por la carga corriente en los dos semiciclos de la c.a., en el mismo sentido y con igual polarización.*

c) *Utiliza un transformador con toma media y un diodo.*

5.ª PREGUNTA. — La ventaja del rectificador de media onda respecto al de doble onda es:

a) *Que consigue pasar más corriente por la carga.*

b) *Que produce más tensión en la carga.*

c) *Ninguna.*

PROBLEMA 1.°

En un rectificador de media onda circula una $I_{max} = 5$ A, siendo la resistencia de la carga 100 Ω. 1.°) Calcular el voltaje máximo que soporta la carga y 2.°) Calcular el voltaje eficaz que recibe la carga (fig. 4-18).

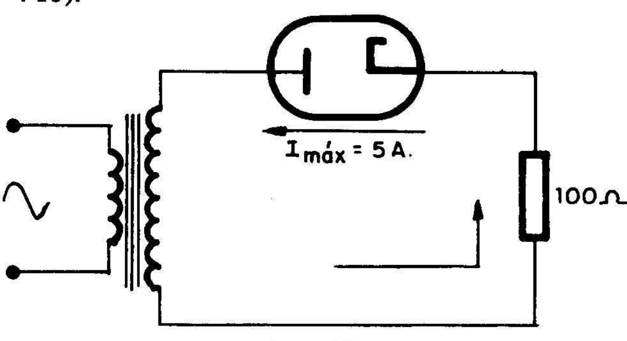


Fig. 4-18

PROBLEMA 2.°

En un circuito rectificador de doble onda el secundario del transformador aplica una tensión de 100 V en cada devanado a un doble diodo de resistencia interna 100 Ω y una carga equivalente a una resistencia de 15 Ω.

Calcular la corriente máxima que atraviesa el circuito, teniendo en cuenta que la resistencia del primario del transformador $R_1 = 20$ Ω, la del secundario $R_2 = 40$ Ω y la relación de espiras $n = 2$.

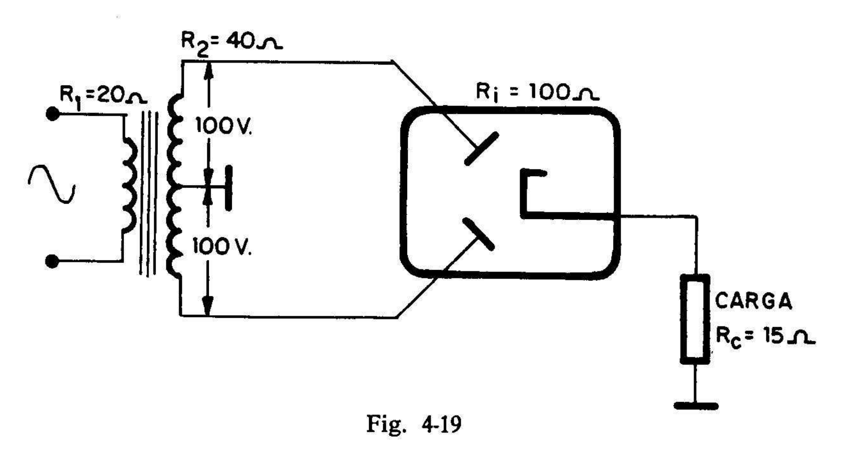


Fig. 4-19

LECCION **5**

EL FILTRADO

INTRODUCCION

Mediante la rectificación y aplicando c.a. a un diodo, hemos conseguido transformarla en una corriente pulsatoria, que aunque diste bastante de la c.c., es una primera aproximación para lograrla.

El filtro, como su nombre indica, realiza la misión del *filtrado,* que consiste en transformar en c.c. la corriente pulsatoria, bien sea simple o doble.

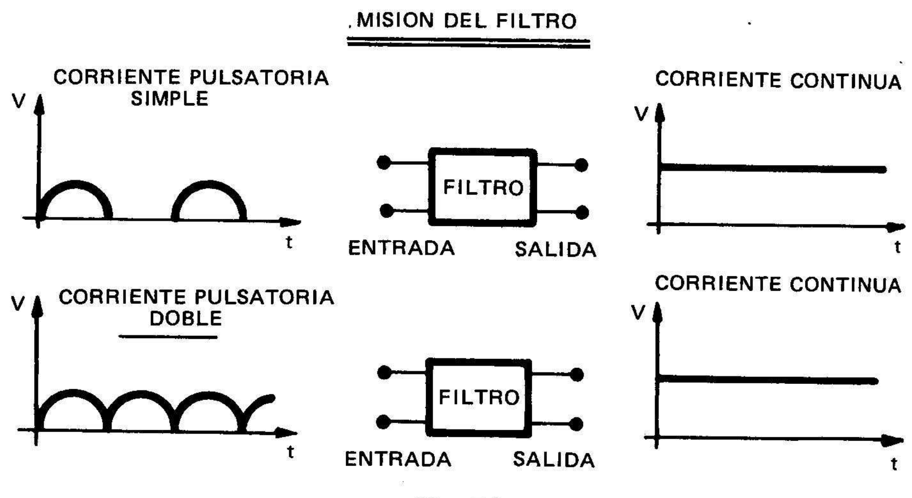


Fig. 5-1

La fuente de alimentación de c.c. se puede considerar formada por dos bloques: el rectificador y el filtro, como se esquematiza en la siguiente figura.

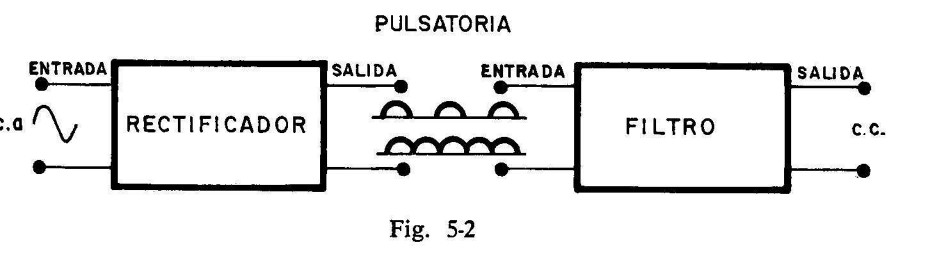


Fig. 5-2

EL FILTRO ES UN CONDENSADOR

Al suministrar corriente a un condensador se carga, y si en esas condiciones se le conecta entre las placas una resistencia que cierre circuito entre ellas, se descarga. El tiempo que tarda el condensador en cargarse y descargarse es proporcional al valor óhmico de la resistencia que hay en el circuito de carga o descarga.

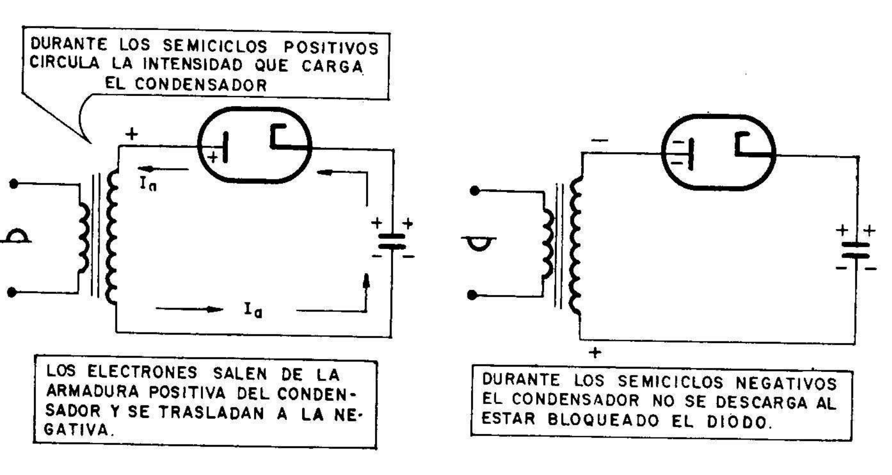


Fig. 5-3

Al aplicar corriente rectificada (pulsatoria simple o doble) a un condensador, éste se carga rápidamente a través del diodo que apenas presenta resistencia interna, pero cuando disminuye o se anula la tensión que se le aplica no se puede descargar, al impedir el diodo que circule intensidad en sentido contrario, o sea, de placa a cátodo.

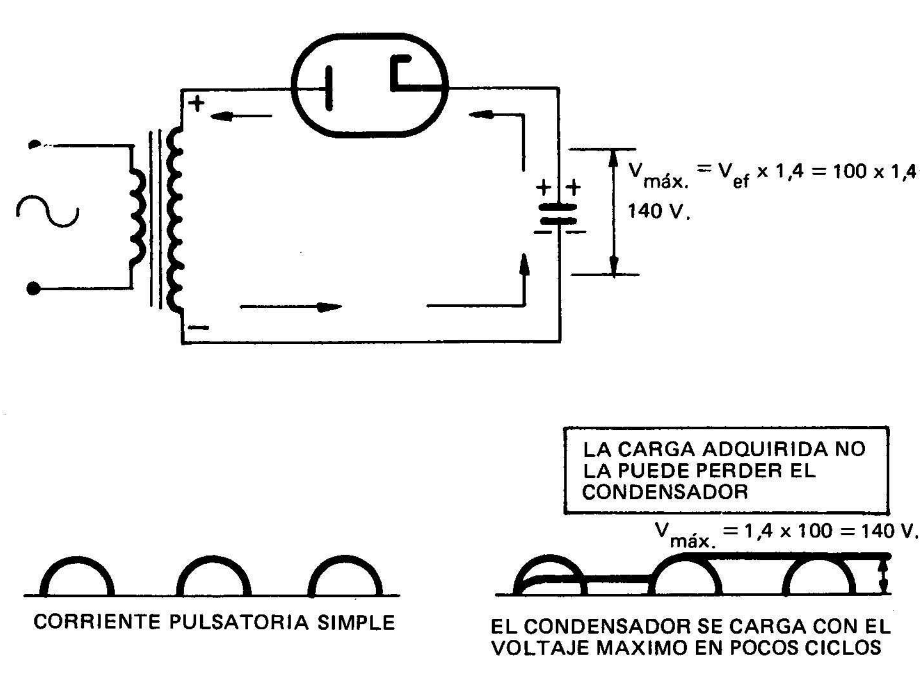


Fig. 5-4

La tensión a que se carga el condensador cuando se le aplica corriente rectificada o pulsatoria es la máxima y se mantiene constante en él, al no ser posible su descarga en los períodos en que no recibe corriente por estar bloqueado el diodo y no poder circular los electrones desde la armadura negativa a la positiva. Durante el semiciclo positivo representado a la izquierda de la figura anterior, al conducir el diodo una corriente I_a, lo que hace

es trasladar los electrones desde la armadura superior, que como consecuencia queda cargada positivamente, a la inferior, que se carga negativamente hasta un valor que aproximadamente es el máximo de la tensión que le aporta el transformador, al cabo de muy pocos semiciclos, ya que el diodo cuando conduce apenas absorbe tensión (fig. 5-4).

El esquema de la figura anterior sólo tiene un carácter teórico, puesto que en la práctica la c.c. que se obtiene en el condensador se usa con un fin: alimentar una carga, como lo puede ser el aparato electrónico donde está ubicada la fuente de alimentación y que se representa simplificadamente por una resistencia clásica (fig. 5-5).

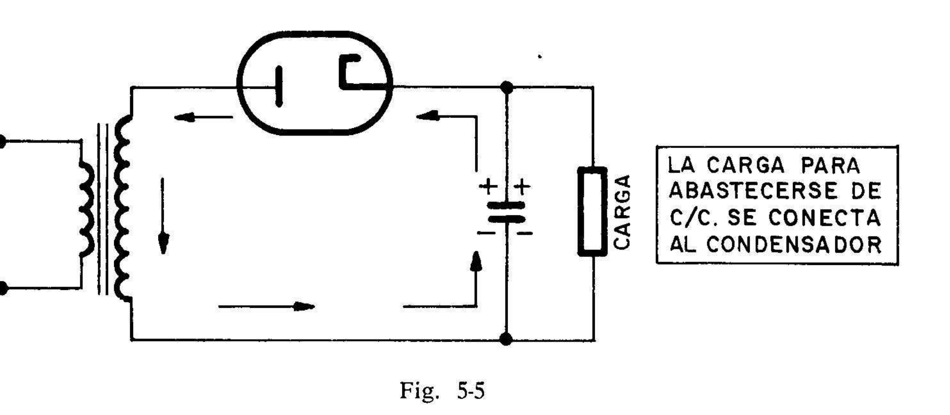


Fig. 5-5

Con la carga en paralelo con el condensador de filtro, éste ya se puede descargar. El condensador se carga en los semiciclos que conduce el diodo y se descarga continuamente a través de la resistencia de carga que tiene en paralelo. Con ello, la tensión existente entre sus armaduras es la producida por la carga rápida a través del diodo, que cuando conduce presenta una baja resistencia, y la descarga constante a través del circuito que hayamos colocado en paralelo con el condensador, el cual mantendrá un valor mínimo de carga si ésta es igual o superior a la descarga.

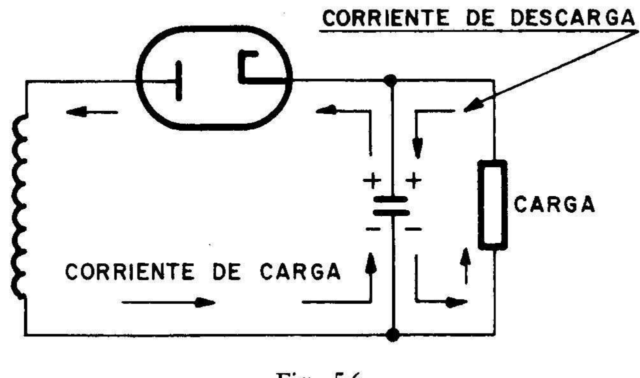


Fig. 5-6

Debido a las continuas cargas y descargas del condensador, entre sus armaduras aparece una tensión que varía, como se muestra en el siguiente gráfico.

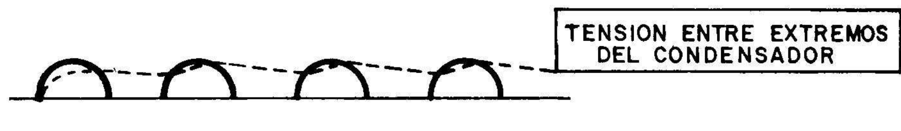


Fig. 5-7

En la figura se aprecia que el condensador no está cargándose durante todo el semiciclo positivo, sino sólo en la parte de él en donde la tensión aplicada es mayor que la que ya tiene acumulada.

En el caso de que el condensador no tenga conectado entre sus extremos carga alguna, suceden dos hechos característicos:

A) Al trabajar en vacío el rectificador y el filtro, éste mantiene la tensión máxima adquirida, por no tener camino para la descarga. En estas circunstancias, cuando aparece el voltaje inverso máximo durante el semiciclo negativo, los electrodos de la válvula soportan una tensión equivalente a $2 \cdot V_{max}$, ya que se suman la V_{max} del condensador con la del transformador. Hay que prever este punto de trabajo para que lo pueda soportar la válvula y no se produzcan arcos o corrientes inversas (fig. 5-8).

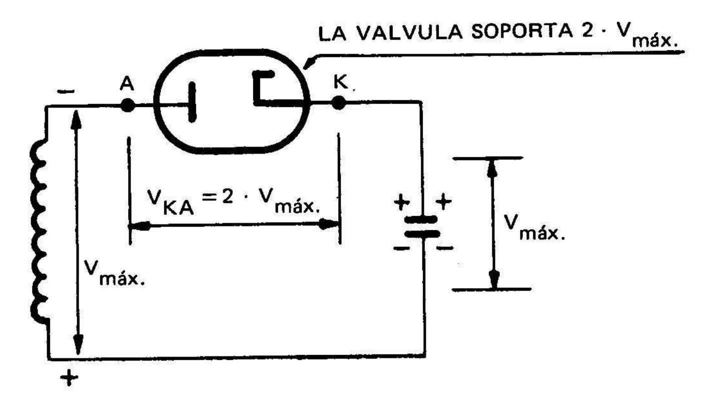


Fig. 5-8

B) Si en el circuito comentado llega el semiciclo positivo una vez que el filtro ha adquirido el voltaje V_{max}, el diodo no puede conducir en ningún instante, puesto que la tensión alterna aplicada siempre está contrarrestada por la existente en el condensador, que polariza inversamente el diodo. Incluso cuando la c.a. alcance su V_{max}, la tensión entre ánodo y cátodo será nula ($V_{kA} = O$) (fig. 5-9).

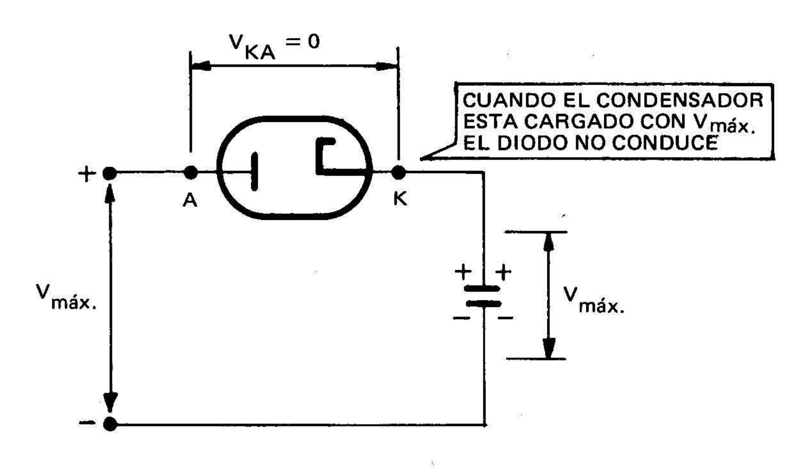


Fig. 5-9

ZUMBIDO

Para estudiar más claramente la tensión obtenida en la carga de un circuito rectificador con filtro, se suele dividir en sus componentes continua y alterna, que es la parte perjudicial y se denomina «zumbido» o rizado.

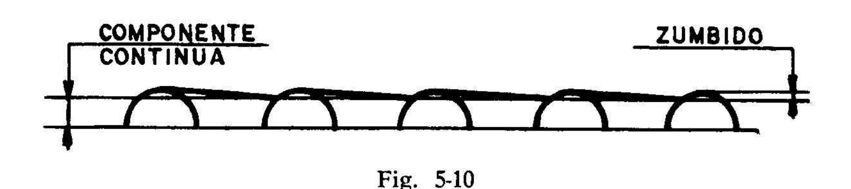


Fig. 5-10

La componente alterna o zumbido alcanza un valor que depende de la capacidad del condensador y de la intensidad que consume la carga. La fórmula práctica para calcular el zumbido en un rectificador de media onda es:

$$V_{ef\ zumbido} = 4{,}5\ \frac{I\ (mA)}{C\ (\mu\ F)}\ \text{(media onda)}$$

Si el rectificador fuese de onda completa el condensador se cargará doble número de veces y el zumbido se reduce notablemente (fig. 5-11).

$$V_{ef\ zumbido} = 1{,}7\ \frac{I\ (Am)}{C\ (\mu\ F)}\ \text{(onda completa)}$$

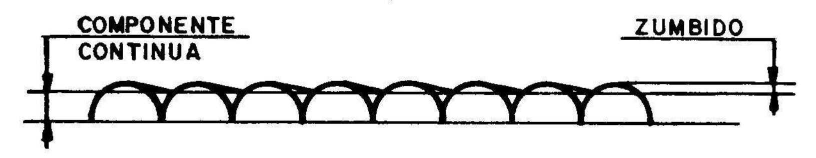


Fig. 5-11

De las fórmulas anteriores se deduce que:

1) Colocando condensadores de gran capacidad, como los electrolíticos, se reduce el zumbido.

2) El consumo de corriente de la carga es proporcional al zumbido: a más consumo, más zumbido en la salida de la fuente.

Como el condensador almacena los electrones que le entrega el circuito rectificador y se los proporciona continuamente a la carga, a medida que ésta requiera más intensidad, la tensión de salida del condensador disminuirá y se hará más importante el zumbido. En el siguiente gráfico se representa de una forma aproximada la disminución del voltaje que recibe la carga cuando su consumo de corriente aumenta, en una fuente de alimentación con rectificador de doble onda, usando para tal fin una válvula doble diodo como la EZ 81.

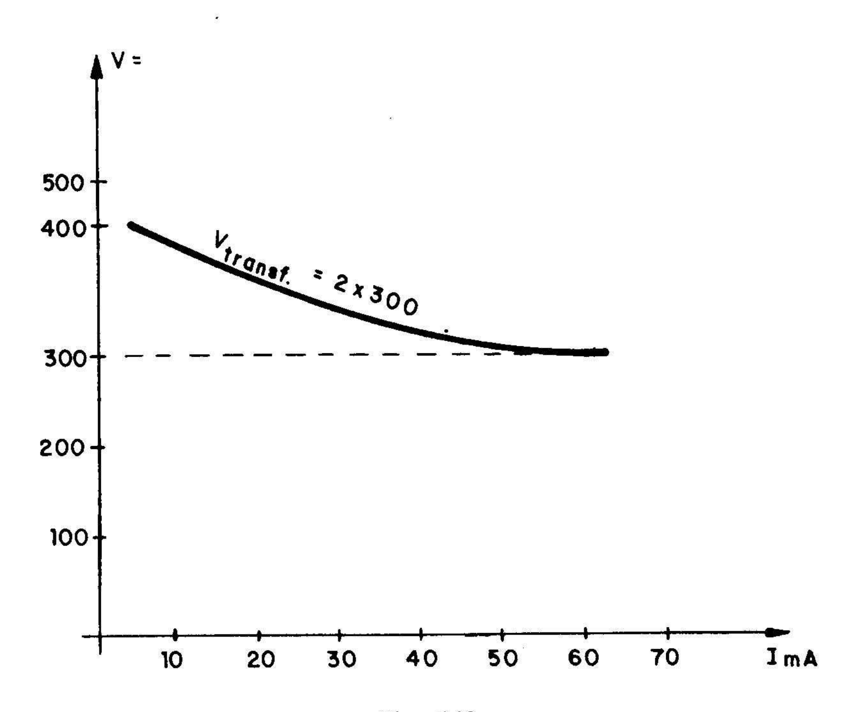


Fig. 5-12

En el eje de abscisas se representa la intensidad consumida por la carga; en el de ordenadas, la tensión continua que se obtiene en la fuente, en el caso de aplicar 300 V cada uno de los devanados del secundario del transformador con toma media y suponiendo que la resistencia de carga tenga un valor de 200 Ω. Cuando la fuente trabaja en vacío, o sea $I = 0$, la tensión que se obtiene es la máxima: $V_{max} = 300 \cdot 1{,}4 = 420$ V.

COMPONENTE CONTINUA MAS COMPONENTE ALTERNA

El condensador de filtro proporciona a la carga que se le conecta en paralelo una tensión variable, a causa de las continuas cargas y descargas que se producen en él (fig. 5-13).

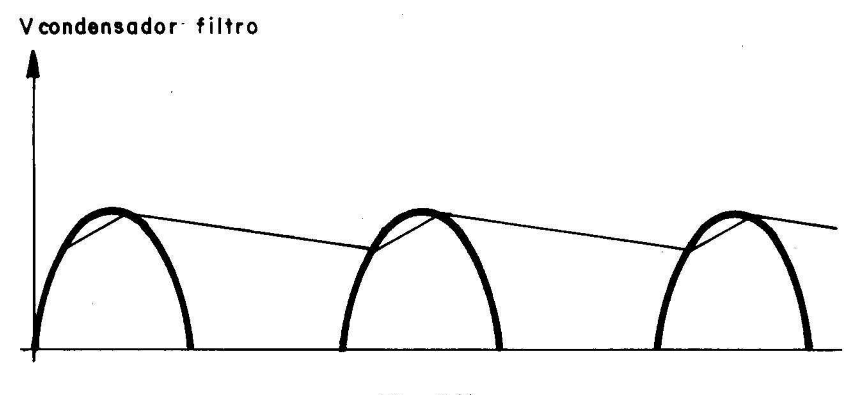


Fig. 5-13

Por aproximación se supone que la tensión resultante entre extremos del filtro está formada por la suma de una tensión continua y otra alterna o zumbido, cuyo valor se calcula según las fórmulas anteriores.

Al sumar punto por punto una tensión continua, por ejemplo de 10 V, con otra alterna de 2 V, la onda obtenida tiene la siguiente forma.

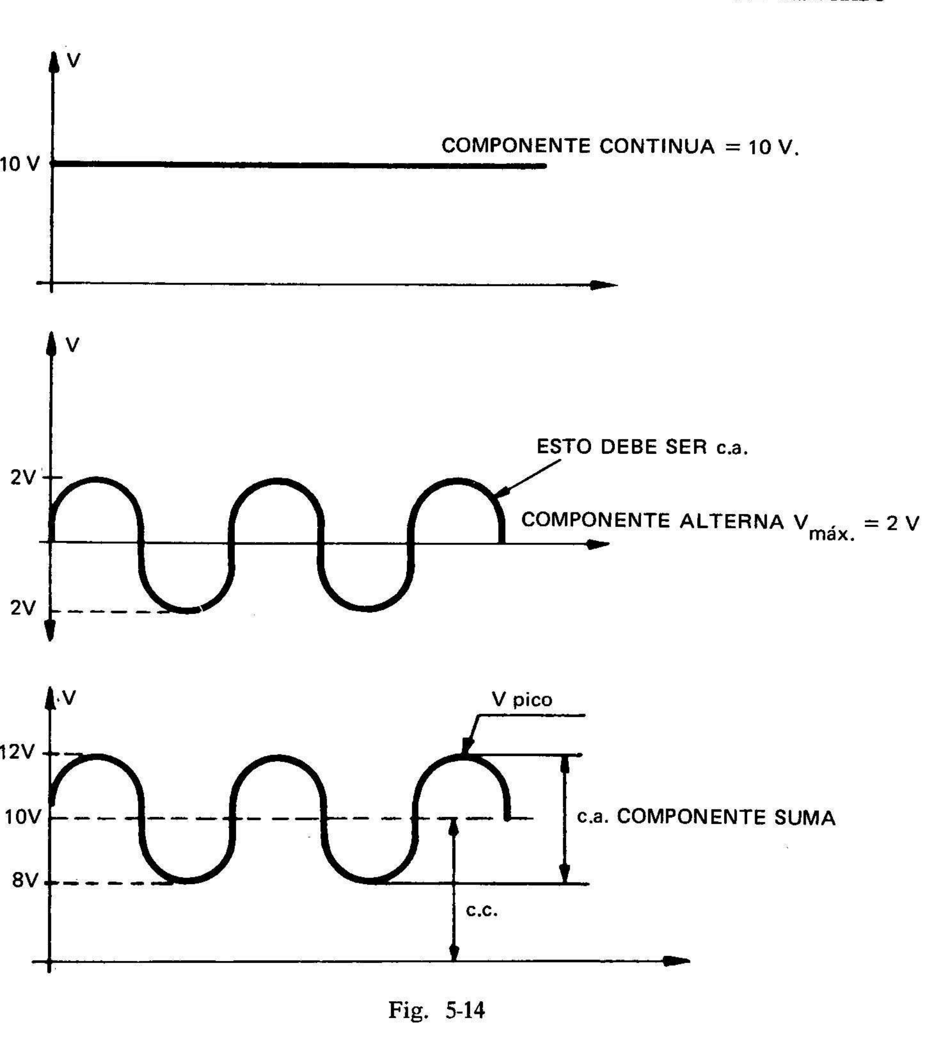


Fig. 5-14

La figura anterior demuestra que al superponer la c.a. sobre la c.c. el valor que alcanza la tensión de pico (12 V) es igual al de la componente continua más el correspondiente al voltaje máximo de la c.a.: $V_{max} = 1{,}4 \times V_{ef} = 2$ V. De donde se deduce la fórmula para calcular la tensión continua:

$$V_{c.c.} = V_p - V_{max} = 12 - 2 = 10 \text{ V}.$$

La V es la máxima de la alterna que se aplica al rectificador mediante el secundario del transformador de entrada y la V_{max} se halla multiplicando por 1,4 la tensión de zumbido obtenida por la fórmula correspondiente.

EJEMPLO

Para comprender mejor la tensión obtenida en una fuente de alimentación de c.c. y comparar las magnitudes de la componente continua y de la alterna se presenta el siguiente ejemplo. (Siempre se supone, para simplificar las operaciones, que el condensador de filtro llega a cargarse con el valor máximo de la c.a. que se le suministra, lo cual es una imprecisión, que carece de importancia por despreciar las tensiones que absorben la válvula rectificadora y el secundario del transformador y que en general son muy pequeñas.)

Se dispone de una fuente de alimentación de media onda, que se conecta directamente a la red de 220 V. El condensador de filtro tiene 500 µF de capacidad. Calcular la tensión obtenida de dicha fuente en los dos casos siguientes:

1.° Si no hay carga en paralelo con el condensador:

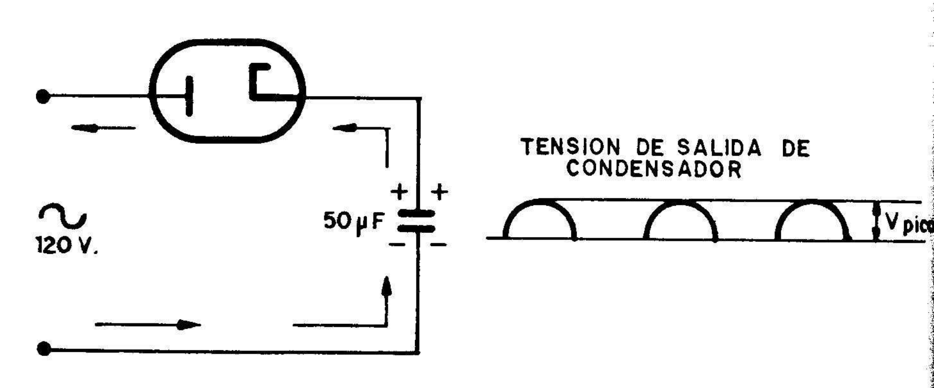


Fig. 5-15

Al no existir carga, el condensador no tiene circuito de descarga, con lo que mantiene la tensión máxima de los semiciclos positivos aplicados, que llamamos tensión de pico, entre sus armaduras

$$V_p = V_{max} = V_{ef} \cdot 1{,}4 = 220 \cdot 1{,}4 = 308 \text{ V.}$$

2.º Si en paralelo con el filtro se coloca una carga que absorbe 500 mA.

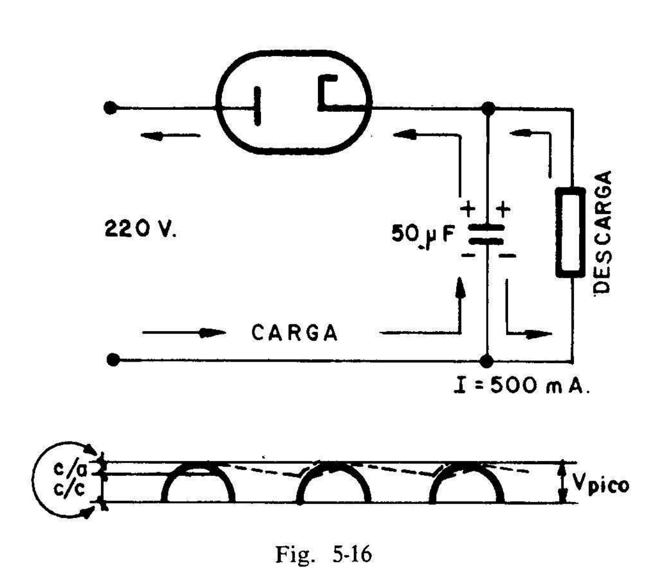


Fig. 5-16

Al poder descargarse el condensador, aparece sobre la componente continua una componente alterna llamada zumbido y cuya fórmula de cálculo para el caso de media onda era la siguiente:

$$V_{ef\ zumbido} = 4{,}5\ \frac{I\ (\text{mA})}{C\ (\mu\text{F})} = 4{,}5\ \frac{500}{500} = 4{,}5 \text{ V.}$$

$V_{max} = 1{,}4 \cdot V_{ef} = 6{,}3$ V (tensión máxima de zumbido)

La tensión continua que se obtiene en este caso resultará de restar a la tensión de pico la máxima de zumbido:

$$V_{c.c.} = V_p - V_{max\ zumbido.}$$

$$V_{c.c.} = 308 - 6{,}3 = 301{,}7\ \text{V}$$

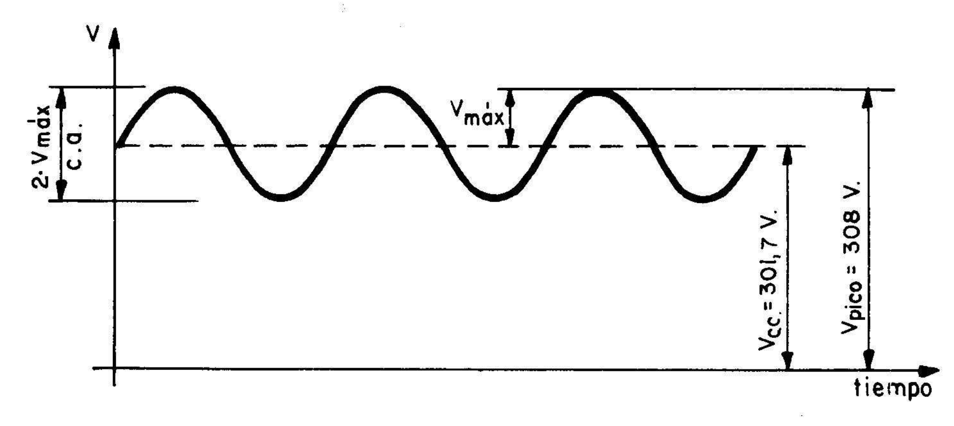


Fig. 5-17

NOTA: Con este y otros ejemplos que se explican se trata de realzar la importancia que tiene el zumbido, y se ha puesto más interés en simplificar los cálculos que en conseguir su total exactitud. Este mismo criterio se ha seguido en ejemplos de lecciones posteriores.

EJERCICIOS DE LA LECCION 5.ª

Táchese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — El filtro está constituido por:

a) *Un diodo.*

b) *Un condensador.*

c) *Un diodo y un condensador.*

2.ª PREGUNTA. — En el filtro de un rectificador de media onda, sin ninguna carga, se obtiene:

a) $V_{med.}$

b) $V_{ef.}$

c) $V_{max.}$

3.ª PREGUNTA. — El zumbido consiste en:

a) *La tensión continua que acompaña a la alterna en un filtro.*

b) *La tensión obtenida en el filtro.*

c) *La componente alterna que existe en la salida del filtro.*

4.ª PREGUNTA. — La tensión de zumbido existente en un rectificador de media onda es respecto al de onda completa:

a) *El doble.*

b) *La mitad.*

c) *Aproximadamente el triple.*

1.er PROBLEMA

Un rectificador alimentado con 125 V consta de un diodo cuya resistencia interna vale 100 Ω y una carga cuyo valor óhmico equivale a 25 Ω. Calcular: 1.º) La I_{max} que pasa por el circuito. 2.º) La tensión continua que hay en la carga, teniendo en cuenta que $I_{c\text{-}c\text{-}} = \dfrac{I_{max}}{\pi}$.

2.° PROBLEMA

Se desea construir una fuente de alimentación para una carga que consuma 100 mA, usando un condensador de filtro de 100 μF.

1.°) Calcular el zumbido si la fuente de alimentación es de media onda.

2.°) Calcular el zumbido si la fuente de alimentación es de onda completa.

3.°) ¿Cómo variaría el zumbido si el valor del condensador fuese de 200 μF?

3.er PROBLEMA

Una fuente de alimentación de doble onda proporciona en cada una de las dos partes de su devanado secundario 100 V y usa de filtro un condensador de 50 μF. Calcular la tensión que se obtendrá entre las armaduras del condensador:

1.°) Si la fuente trabaja en vacío o sin carga.

2.°) Si la fuente alimenta una carga que consume 50 mA.

LECCION 6

MEJORA DEL FILTRADO: NUEVOS FILTROS

EL PROBLEMA DEL ZUMBIDO

El filtro formado por un condensador origina junto con la componente continua un zumbido perjudicial, cuyo valor, según las fórmulas que se han propuesto, depende de la capacidad del condensador y del consumo de la carga. El zumbido se reduce al aumentar la capacidad del condensador de filtro, pero no puede hacerse tan grande como se desee, pues las fugas o pérdidas que presentaría entrañarían un grave riesgo para la válvula, ya que al aumentar el valor del condensador se incrementan sus corrientes de fuga y el peligro de intensidades inversas en la válvula; por otro lado, al solicitar elevadas corrientes los grandes condensadores podrían conducir al rápido agotamiento de la válvula. Es norma de los fabricantes de válvulas citar en el manual de características la capacidad máxima que admite cada diodo rectificador.

Cuando las corrientes que hay que suministrar a la carga son escasas y no importa que exista un alto zumbido se puede utilizar un filtro con un condensador solo. Con intensidades de consumo elevadas este filtro ocasiona un rizado excesivo y una pobre regulación de tensión, lo que significa que las variaciones de corriente producen importantes cambios en la tensión de salida.

LA MEJORA DEL FILTRADO POR CONDENSADOR

Acompañando a la componente continua que se va a utilizar existe el zumbido o c.a., que perjudica el buen funcionamiento del circuito o aparato conectado a la fuente.

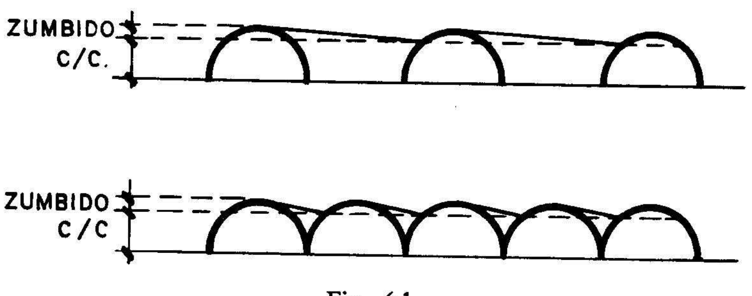


Fig. 6-1

A continuación se exponen los tres procedimientos más utilizados para reducir la tensión alterna, manteniendo lo más alta posible la continua que se suministra a la carga.

FILTRO EN π L - C, BOBINA-CONDENSADOR

Añadiendo al condensador de filtro estudiado una bobina y un condensador más, se reduce notablemente el zumbido a la salida del segundo condensador, figura 6-2.

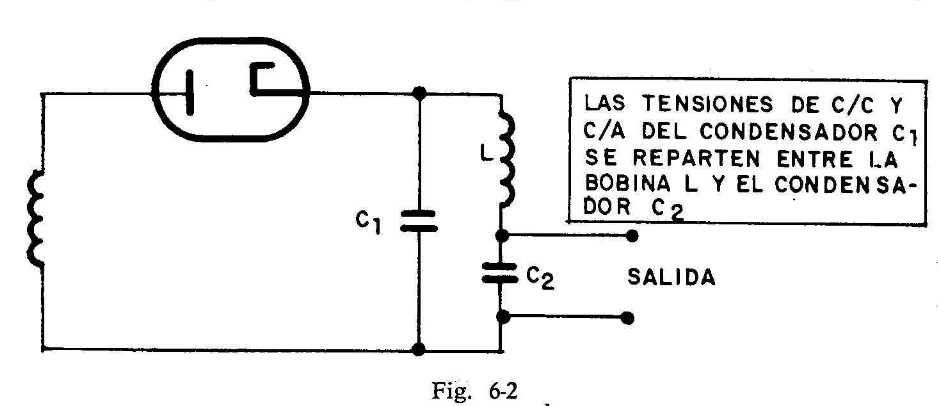


Fig. 6-2

En el condensador C_1 de la figura anterior existen simultáneamente una c.a. y una c.c., por lo que al colocarle en paralelo una bobina L y otro condensador C_2 se obtiene en este último la mayor parte de la c.c., al mismo tiempo que el zumbido en él queda reducido a la mínima expresión.

En los circuitos serie se reparten las tensiones proporcionalmente a los valores de las resistencias. En el caso que estamos tratando, la c.c. y la c.a. existentes en el primer condensador se reparten entre la bobina y el segundo condensador. El condensador presenta una resistencia infinita a la c.c., puesto que en cuanto se carga ya no deja pasar más; pero la bobina sólo presenta a la c.c. la resistencia pura del hilo. Por lo contrario, la bobina presenta una reactancia inductiva X_L generalmente alta a la c.a., por lo que absorbe mucha componente alterna; en cambio, el condensador presenta una resistencia a la c.a., llamada reactancia capacitiva, X_C, cuyo valor suele ser muy bajo y apenas le queda tensión alterna entre sus armaduras. De todo ello se deduce que la carga conectada en paralelo con el segundo condensador recibe una alta componente continua y una baja componente alterna o zumbido.

REPARTO DE LA C.A. O RIZADO DE C_1 ENTRE L Y C_2

La nueva salida de la fuente la constituyen ahora los extremos del segundo condensador, C_2. El zumbido presente en C_1 se repartirá proporcionalmente al valor de las resistencias a la c.a. del condensador C_2 y de la bobina L, o sea, a las reactancias capacitiva e inductiva.

V_1 es la parte de la tensión de zumbido que queda en L y será proporcional al valor de X_L:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L.$$

Si se trata de rectificación de media onda, el valor de la frecuencia que se debe aplicar en la fórmula anterior es la de la red, o sea, 50 Hz; en cambio, si es rectificación de onda completa la frecuencia será de 100 Hz, ya que ahora el condensador se carga en los semiciclos positivos y en los negativos.

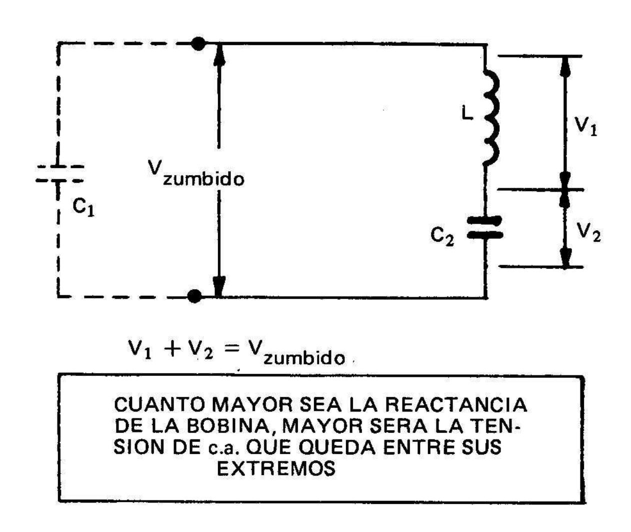


Fig. 6-3

El valor de X_L suele ser bastante grande. Para fijar un orden de magnitudes supondremos que vale 1.000 Ω.

El valor de X_C del condensador C_2 viene dado por la fórmula:

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

El valor de la frecuencia f es de 50 Hz en los rectificadores de media onda y de 100 Hz en los de onda completa. Normalmente X_C suele ser bastante pequeño, y como valor comparativo tomaremos en el ejemplo que se discute un valor de 10 Ω.

Al repartirse la c.a. proporcionalmente al valor de las reactancias de la bobina y el condensador, se deduce que siendo unas 100 veces mayor la resistencia a la c.a. de la bobina respecto al condensador, quedarán en ella la mayor parte del voltaje de zumbido.

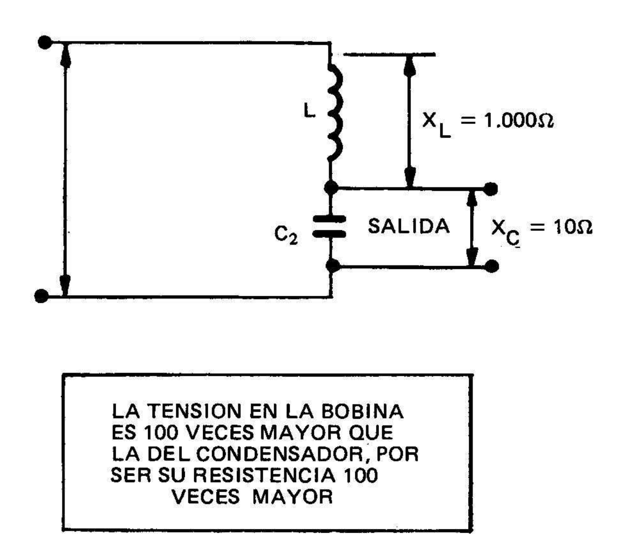


Fig. 6-4

Resumen: Por ser la reactancia del condensador mucho menor que la de la bobina, la parte de zumbido que queda en el condensador de salida es mucho más pequeña que la de la bobina y en tal grado que se puede considerar despreciable.

El resultado de lo que antes se ha demostrado se concreta en la práctica eliminación de componente alterna en el condensador de salida C_2.

REPARTO DE LA COMPONENTE CONTINUA ENTRE L Y C_2

Así como se ha repartido proporcionalmente a las reactancias, la c.c. existente en el Condensador C_1 también se dividirá entre L y C_2 de forma proporcional a las resistencias que le presenten estos componentes (fig. 6-5).

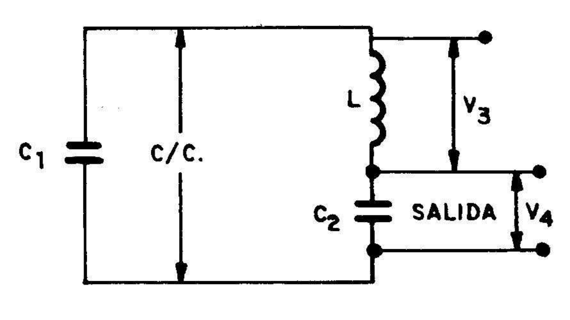


Fig. 6-5

La bobina presenta a la c.c. una resistencia igual a la pura del hilo que la forma, que puede ser del orden de los 200 Ω. Luego la tensión continua que absorba la bobina vendrá dada por la ley de Ohm, que en el caso de consumir la carga 100 mA será:

$$V_3 = I \cdot R = 0{,}100 \cdot 200 = 20 \text{ V}.$$

Si en la bobina quedan 20 V, el resto de la tensión queda en el condensador C_2, puesto que la resistencia de un condensador a la c.c. es prácticamente infinita.

Resumen: Por presentar muy poca resistencia una bobina a la c.c. en ella queda muy poca tensión, sucediendo lo contrario con el condensador C_2 en serie con dicha bobina.

A este tipo de filtro se le denomina «filtro en π L — C», pues la forma usual de representarlo en los esquemas se asemeja a la letra griega π.

Con estos dos nuevos elementos que hemos añadido al filtro principal, que es C_1, se consigue que en la nueva salida de la fuente, que es C_2, exista una componente alterna muy reducida y sin embargo la continua sea muy elevada.

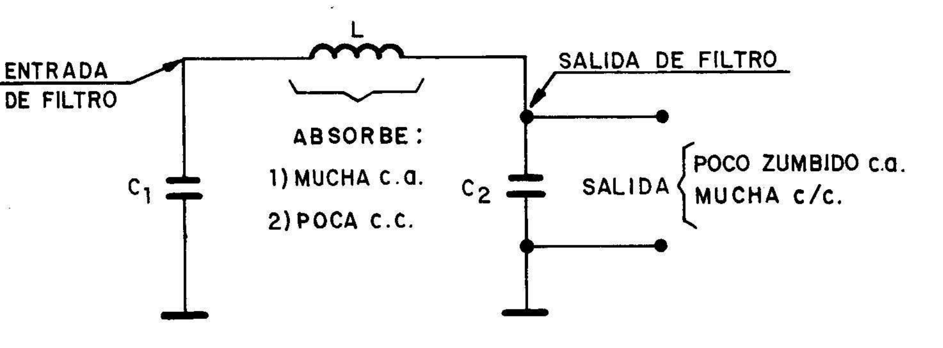


Fig. 6-6

EJEMPLO:

Una fuente de alimentación de doble onda con 200 V en cada devanado del secundario del transformador, de toma media, alimenta una carga que consume 100 mA. Para conseguir un buen filtrado se coloca un condensador doble de 50 µF y entre sus dos elementos una bobina de 2 henrios (fig. 6-7).

Calcular el zumbido y la componente continua que se obtendrá en el condensador de filtro de salida y que alimenta la carga.

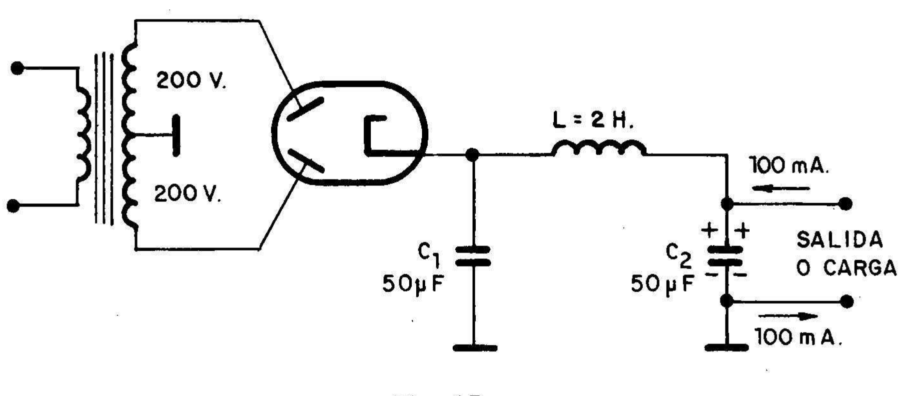


Fig. 6-7

1.°) Zumbido en el primer condensador C_1:

$$V_{ef\ zumbido} = 1{,}7\ \frac{I\,(mA)}{C\ (\mu F)}$$

$$V_{ef\ zumbido} = 1{,}7\ \frac{100}{50} = 3{,}4\ V$$

$$V_{max\ zumbido} = 1{,}4 \cdot V_{ef} = 1{,}4 \cdot 3{,}4 = 4{,}7\ V.$$

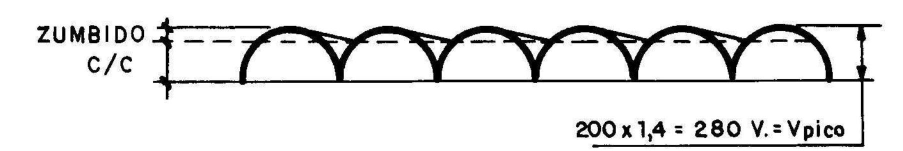


Fig. 6-8

2.°) Componente continua en el condensador de entrada C_1.

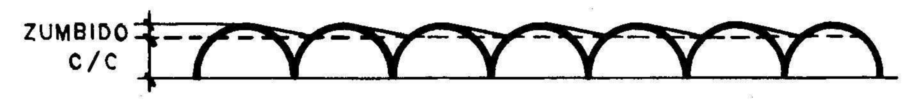


Fig. 6-9

Componente continua $= V_p - V_{max\ zumbido} = 280 - 4{,}7 = 275{,}3$ V.

3.°) Distribución del zumbido entre L y C_2.

El zumbido de c.a. se reparte proporcionalmente al valor de las reactancias de la bobina y del condensador.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 100 \cdot 2 = 1.250\ \Omega$$

$f = 100$ Hz por ser rectificador de onda completa

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 100 \cdot 0{,}00005} = 32\ \Omega$$

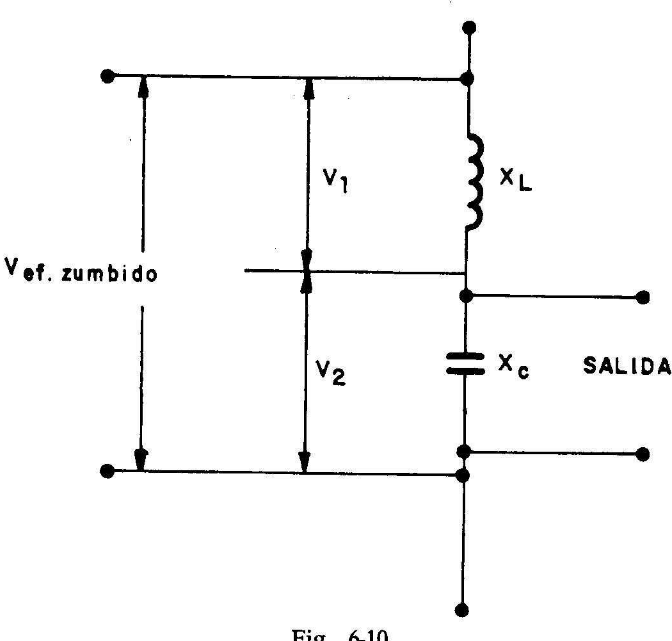


Fig. 6-10

Las ecuaciones necesarias para obtener los valores de V_1 y V_2 de la figura 6-10, son:

a) $V_1 + V_2 = 3{,}4$ V.

b) Las tensiones se reparten proporcionalmente a las reactancias:

$$\frac{V_1}{1.250} = \frac{V_2}{32}$$

de donde:

$$V_1 = \frac{1.250}{32} V_2$$

Sustituyendo el *a)* el valor de V_1 queda:

$$\frac{1.250}{32} \cdot V_2 + V_2 = 3{,}4$$

de donde:

$$1.250\ V_2 + 32\ V_2 = 109$$

$$1.282\ V_2 = 109$$

$$V_2 = \frac{109}{1.250} = 0{,}085\ \text{V.}$$

Luego el zumbido en la salida se ha rebajado de 3,4 V a los 0,085 V presentes ahora en C_2.

4.º) Distribución de la c.c. entre L y C_2.

La resistencia de la bobina a la c.c. es la pura del hilo y se puede apreciar en unos 100 Ω. Como por ella pasa una intensidad de 100 mA, que es lo que necesita la carga, la tensión que absorbe la bobina vale:

$$V = I \cdot R = 0{,}100 \cdot 100 = 10\ \text{V.}$$

En el condensador C_2 quedará el resto de la c.c., o sea lo obtenido en el condensador C_1, que es la tensión de pico menos lo que consume la bobina:

$$V_{C_2} = 275{,}3 - 10 = 265{,}3\ \text{V.}$$

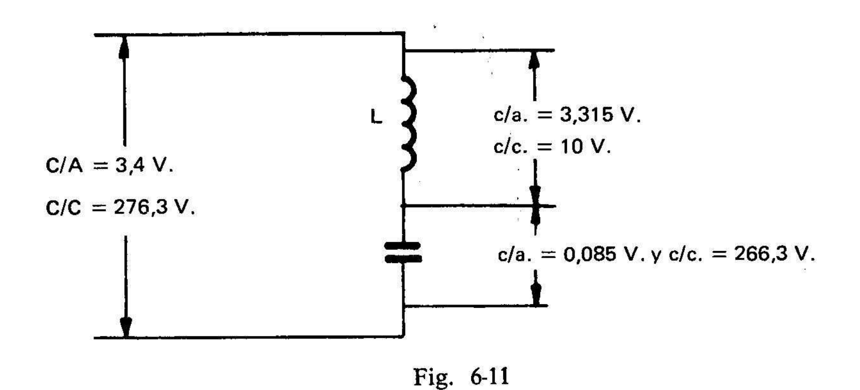


Fig. 6-11

En la figura anterior se muestra el resultado final de las tensiones que se aportarán a la carga y que serán las existentes entre las armaduras del condensador C_2.

FILTRO EN π R — C

Es similar al anterior, pero sustituyendo la bobina de filtro por una resistencia, consiguiendo con este cambio mayor economía, menor volumen, menor peso y menos interferencias de tipo mafnético.

Las ventajas materiales de este filtro quedan anuladas por las técnicas, en las que deja bastante que desear, como se expondrá a continuación. El esquema básico del filtro en π *R — C* es el siguiente:

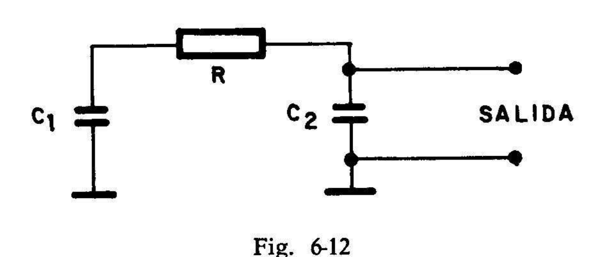


Fig. 6-12

A continuación, y como en el ejemplo anterior, se estudia y desarrolla el reparto de las componentes continua y alterna entre la resistencia y el condensador.

REPARTO DE LA C.A. ENTRE R Y C_2

A la c.a, lo mismo que a la c.c., la resistencia *R* le presenta igual valor óhmico. En cambio, el condensador, como se vio en el ejemplo anterior, presenta una bajísima reactancia a la c.a. —del orden de los 10 Ω—, como se desprendía al aplicar la fórmula:

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

f = frecuencia { Rectificador media onda: 50 Hz
» onda completa: 100 Hz

Para que la mayor parte del zumbido quede en la resistencia es interesante que el valor de ésta sea alto: del orden de los 1.000 a los 1.500 Ω.

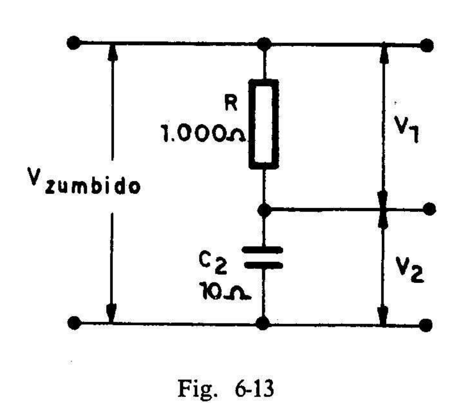


Fig. 6-13

a) $V_{zumbido} = V_1 + V_2$.

b) $V_1 = 100\ V_2$ (al ser R 100 veces mayor que X_C).

La parte de zumbido que queda en la resistencia es 100 veces mayor que en el condensador, por ser su valor 100 veces mayor.

De esta forma se consigue eliminar casi por completo, como se veía en el filtro del tipo anterior, el zumbido del condensador de salida C_2.

REPARTO DE LA C.C. ENTRE R Y C_2

La resistencia tiene el mismo valor óhmico para la c.c. que para la c.a. En el ejemplo R se supone que vale 1.000 Ω y si la carga consume una corriente de 100 mA, la tensión que dicha resistencia absorbe valdrá:

$$V = I \cdot R = 0{,}100 \cdot 1.000 = 100 \text{ V}.$$

Esta tensión, que como se aprecia es importante, se disipa en calor en la resistencia, por lo que el condensador de salida que-

dará con una componente continua igual a la de C_1 menos los 100 V que absorbe la resistencia de filtro.

Resumen: El filtro en π R — C es más económico, menos pesado que el L — C y sin interferencias magnéticas, pero si la carga solicita mucha intensidad la resistencia absorbe mucha tensión, quedando muy disminuida la de utilización en la salida.

EJEMPLO:

Calcular la componente continua y el zumbido que se consiguen con una fuente de media onda a la que se le aplican 125 V alternos y que alimenta una carga cuyo consumo es de 40 mA. Para reducir el zumbido se coloca un filtro en π *R — C*, compuesto por dos condensadores electrolíticos de 100 μF y una resistencia de 1.500 Ω (fig. 6-14).

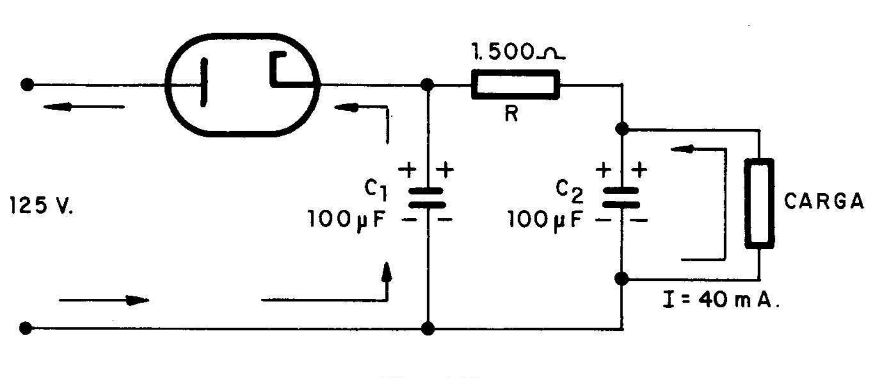
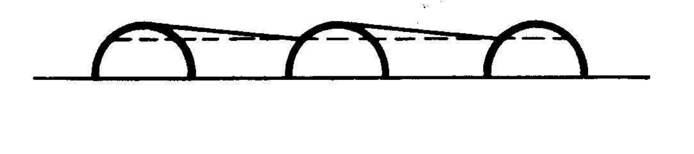


Fig. 6-14

1.°) Zumbido en el primer condensador C_1.



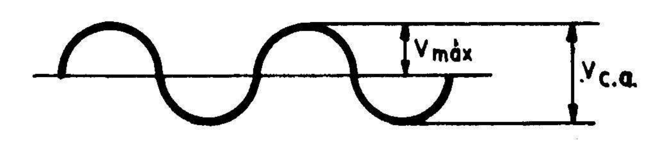


Fig. 6-15

$$V_{zumbido} = 4{,}5 \frac{I\ (\text{mA})}{C\ (\mu\text{F})} = 4{,}5 \frac{40}{100} = 1{,}8\ \text{V}.$$

$$V_{max\ zumbido} = V_{ef} \cdot 1{,}4 = 1{,}8 \cdot 1{,}4 = 2{,}5\ \text{V}.$$

2.°) Componente continua del condensador de entrada C_1:

C_1 se carga al voltaje máximo de la tensión aplicada cada vez que la válvula conduce.



Fig. 6-16

$$V_{co} = V_p - V_{max\ zumbido} = 175 - 2{,}5 = 172{,}5\ \text{V}.$$

3.°) Distribución del zumbido en R y C_2:

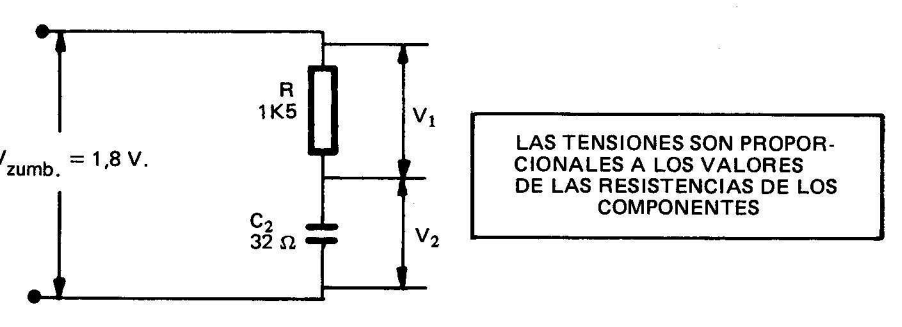


Fig. 6-17

$$X_{C_2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 0{,}000\ 100} = 32\ \Omega$$

a) $V_1 + V_2 = 1{,}8$

b) $\dfrac{V_1}{1.500} = \dfrac{V_2}{32}$

de donde se desprende que:

$$\frac{1.500}{32} V_2 + V_2 = 1{,}8$$

$$1.500\ V_2 + 32\ V_2 = 57{,}6 \qquad 1.532\ V_2 = 57{,}6$$

$$V_2 = \frac{57{,}6}{1.532} = 0{,}037\ \text{V.}$$

El zumbido en el condensador de salida queda reducido a 37 milésimas de voltio.

4.°) Distribución de la c.c. entre R y C_2:

La resistencia R presenta a la c.c. igual valor óhmico que a la c.a., o sea 1.500 Ω. Si por ella pasan 40 mA, que solicita la carga para su buen funcionamiento, absorbe una tensión de:

$$V = I \cdot R = 0{,}040 \cdot 1.500 = 60\ \text{V.}$$

Esta tensión no tiene ninguna utilidad, disipándose en forma de calor que constituye un foco térmico de indudable peligro para los componentes cercanos.

La tensión continua que tendrá el condensador de salida C_2 será:

$$V_{C_2} = 172{,}5 - 60 = 112{,}5 \text{ V.}$$

Luego el esquema de reparto de las dos componentes continua y alterna en este filtro es el siguiente:

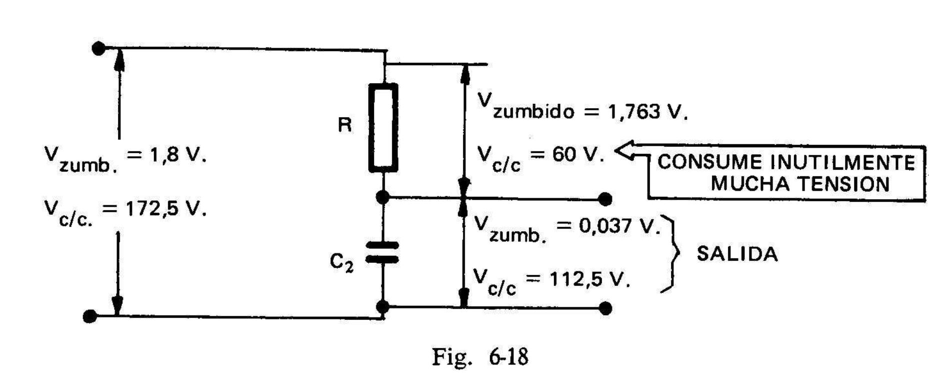


Fig. 6-18

Para evitar una caída de tensión excesiva en la resistencia del filtro es costumbre alimentar la válvula de potencia, que suele ser la de mayor consumo, directamente desde el primer condensador, no circulando dicha corriente por la resistencia de filtro.

FILTRO POR ENTRADA POR INDUCTANCIA

Los filtros en π, bien sean del tipo $L - C$ o del $R - C$, son los más utilizados y ambos se caracterizan por tener como entrada del rectificador un condensador. De este modo la válvula diodo sólo conduce cuando queda polarizada directamente, con el ánodo positivo respecto al cátodo, cosa que sucede únicamente en el pico de los semiciclos positivos, pues durante el resto la tensión existente entre los extremos del condensador contrarresta la que se aplica.

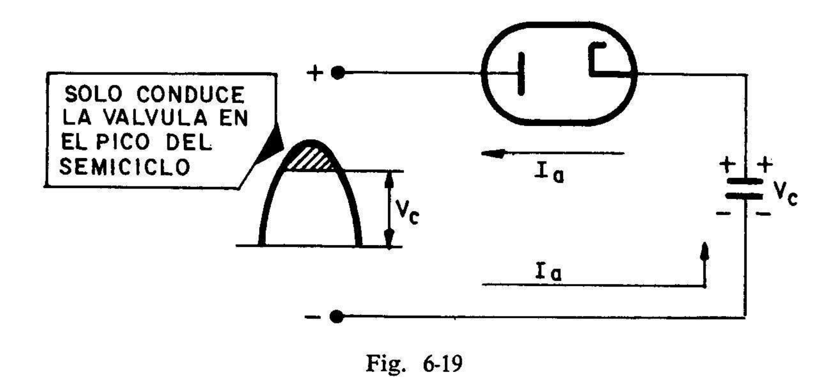


Fig. 6-19

La intensidad I_a que pasa por el circuito rectificador anterior alcanza valores importantes, pero sólo en escasos instantes del semiciclo positivo, con lo que se reduce la duración de la válvula.

Las bobinas tienden a oponerse a las variaciones de corriente (ley de Lenz) porque en estos casos se produce una fuerza contraelectromotriz que las atenúa.

Acoplando a la salida del diodo rectificador una bobina, llamada en estos casos choque de filtro, junto con un condensador se obtiene el llamado filtro en *L*, con entrada por inductancia.

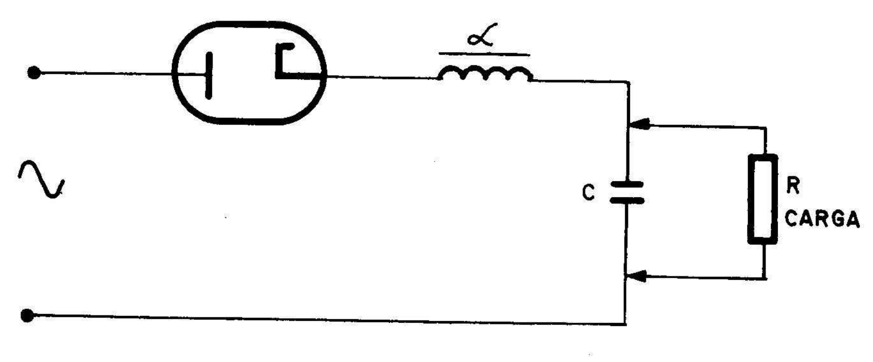


Fig. 6-20

Con este tipo de filtro se consigue una conducción más regular del diodo, lo que prolonga la vida de la válvula, y se obtiene en la salida una tensión continua, aunque más baja que con otros filtros, es más estable ante variaciones considerables del consumo de la carga que alimenta la fuente.

El valor de la autoinducción en la práctica debe ser igual o mayor que:

$L \geqslant$ (igual o mayor) 0,0011 R (fuentes de media onda)

$L \geqslant$ (igual o mayor) 0,0055 R (fuentes de onda completa)

Además de venir determinados los choques por su inductancia, en su elección hay que tener en cuenta la máxima corriente que permiten pasar, y la resistencia óhmica que produce la caída de tensión continua que en general debe ser del orden de unos pocos cientos de ohmios.

EJERCICIOS DE LA LECCION 6.ª

Resuélvanse los 3 problemas siguientes:

1.er PROBLEMA

Un transformador cuyo secundario tiene toma media es alimentado a 220 V, que se aplican a su primario de 100 espiras mientras que las espiras totales en el secundario son 20. El doble diodo al que están conectados los extremos del secundario del transformador posee en su cátodo un filtro en π L — C, formado por dos condensadores electrolíticos de 50 µF y una bobina de 1 Henrio y 10 Ω de resistencia óhmica del hilo. La fuente proporciona a la carga una corriente de 120 mA.

Calcular la tensión de c.c. y de c.a. que recibe la carga.

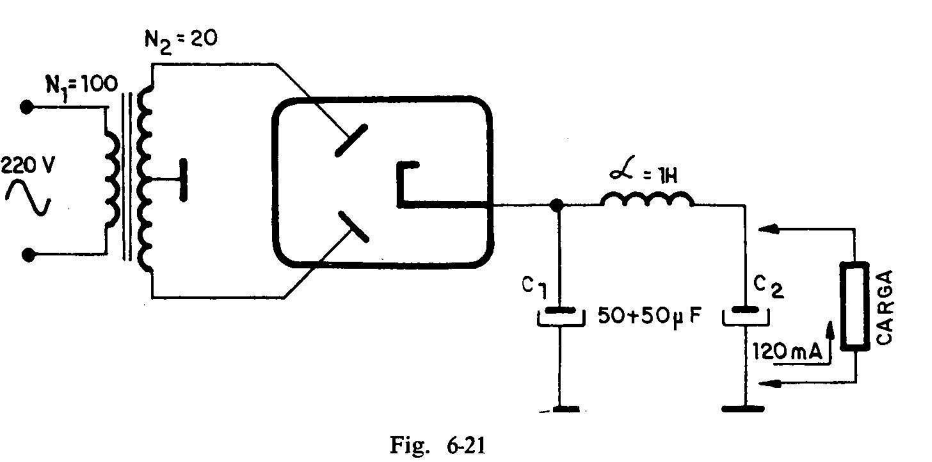


Fig. 6-21

2.º PROBLEMA

Una fuente de alimentación de media onda, dispone de un filtro en π R — C con una resistencia de 1.200 Ω y dos condensadores de 50 µF cada uno. Si se alimenta la fuente directamente de la red de 220 V, calcular la tensión de c.c. y el zumbido que recibe la carga, que consume 70 mA.

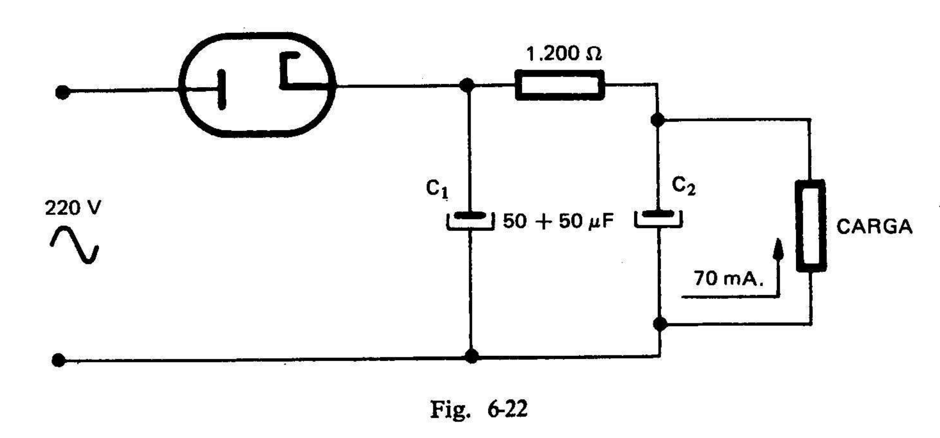


Fig. 6-22

3.^er PROBLEMA

Con objeto de que una fuente de alimentación con rectificador de doble onda dé una tensión de salida muy constante aunque se produzcan variaciones en el consumo, se le conecta un filtro en *L* con entrada por inductancia. Si la carga consume 30 mA, con 150 V entre sus extremos, calcular el valor del choque que hay que colocar en el filtro.

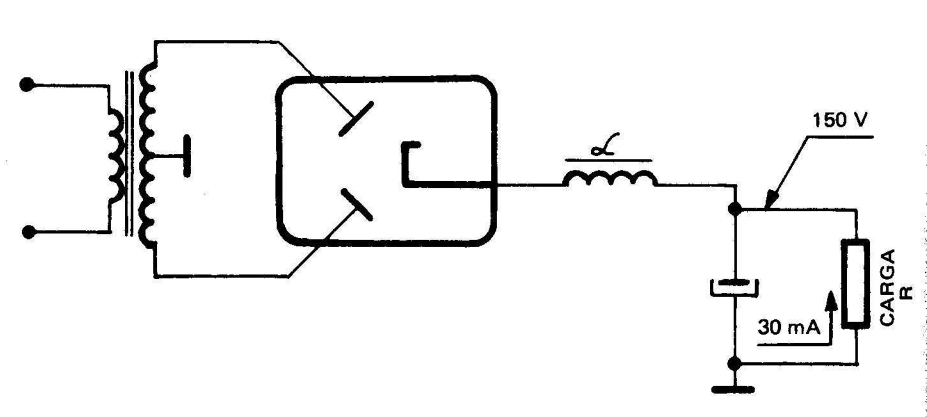


Fig. 6-23

LECCION 7

DIODOS EN ESTADO SOLIDO

INTRODUCCION

Una válvula es un recipiente de cristal herméticamente cerrado, en cuyo interior existen unos elementos (cátodo, ánodo, filamentos, etc.) en una atmósfera de gran vacío. Es un componente grande y delicado, costoso de fabricar, de duración pequeña. Estas características, entre otras, hacen que las válvulas tiendan a desaparecer, máxime desde el descubrimiento de otros elementos que, realizando la misma misión, presentan notables ventajas. Entre las propiedades más destacadas de los nuevos componentes, llamados de estado sólido son:

a) Menor tamaño.

b) Menor precio, por ser su fabricación más sencilla y los materiales que los componen más económicos.

c) Sin filamentos.

d) De funcionamiento inmediato (no hay tiempo de espera por el caldeo).

e) De estado sólido completamente.

f) Más resistente a los golpes y vibraciones.

g) De duración ilimitada, pues no se desgastan.

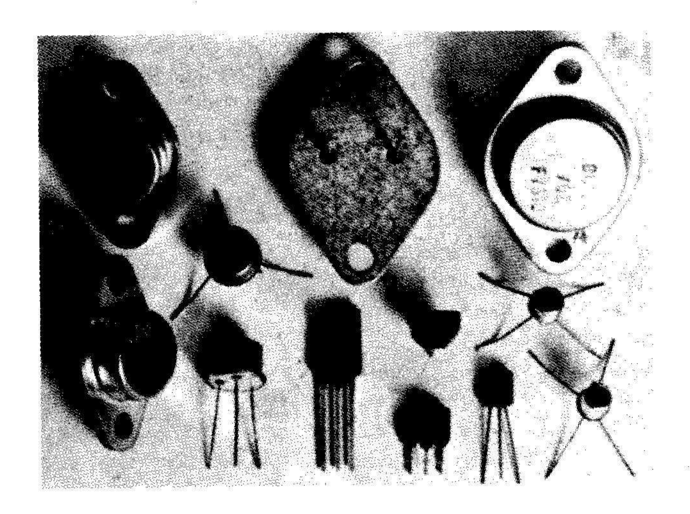


Fig. 7-1

Hay cuerpos en la naturaleza, como la galena, que presentan una resistencia muy baja al paso de la corriente en un sentido y muy elevada en el opuesto. También estas características las presentan algunas uniones de dos metales, como el selenio y el hierro, así como la adición controlada de ciertas sustancias al germanio y al silicio, que ha dado origen a la aparición de los «semiconductores», que se han impuesto totalmente a las válvulas por sus grandes ventajas y su fabricación masiva.

La constitución interna de estos elementos de estado sólido se estudiará más adelante; ahora sólo se trata de conocer su existencia y su trabajo, similar a la válvula. Entre estos elementos existe un tipo llamado diodo, que funciona de la misma manera que la válvula diodo ya estudiada.

Los diodos de estado sólido tienen una pequeña diferencia de tipo técnico respecto a la válvula y es que si bien al polarizarlos directamente, o sea, positivo al ánodo y negativo al cátodo, oponen una baja resistencia al paso de los electrones, como sucedía en las válvulas diodos, al polarizarlos inversamente presentan una elevada resistencia, pero dejan pasar una debilísima corriente inversa de ánodo a cátodo, a diferencia de las válvulas, en las

que en ningún caso podía suceder esta anomalía, puesto que el ánodo nunca puede emitir electrones. La comparación de las curvas características de los dos tipos de diodos pone en evidencia la irregularidad mencionada (fig. 7-2).

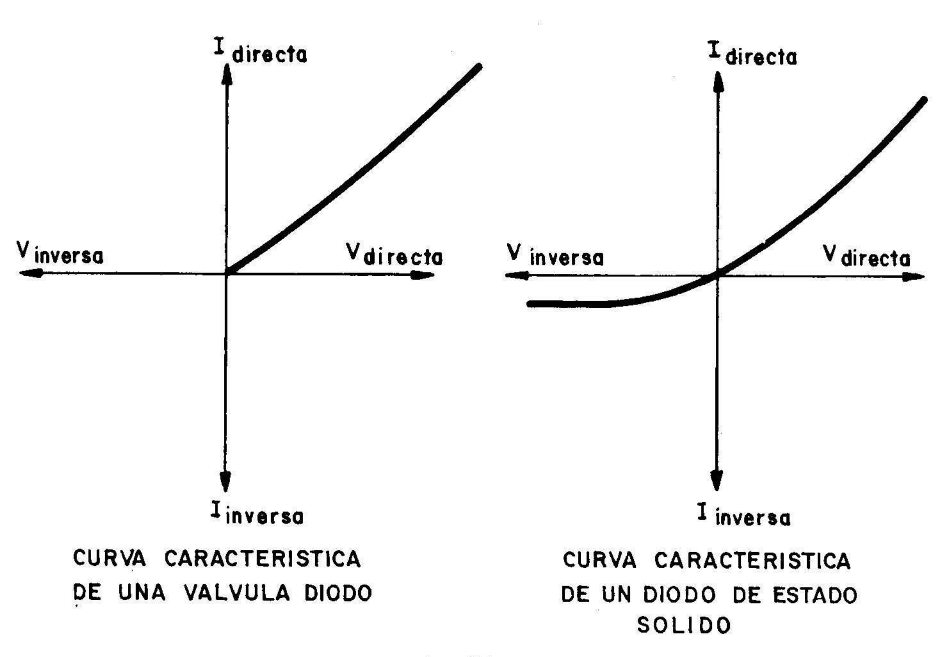


Fig. 7-2

En la característica de la válvula se aprecia que no hay ninguna curva para las tensiones inversas, mientras sí la hay en la del diodo de estado sólido, aunque de valor inapreciable.

COMPORTAMIENTO Y SIMBOLO DEL DIODO DE ESTADO SOLIDO

Los diodos de estado sólido se representan en los esquemas mediante una flecha y una raya vertical: ánodo y cátodo respectivamente (fig. 7-3).

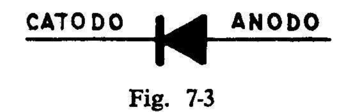


Fig. 7-3

La polarización directa del diodo, y por tanto su comportamiento como resistencia de bajo valor (unos 300 Ω), se consigue al hacer positivo el ánodo respecto al cátodo; en cambio, al invertir esta polaridad su resistencia interna se eleva a varios cientos de miles de ohmios (unos 500 KΩ) (fig. 7-4).

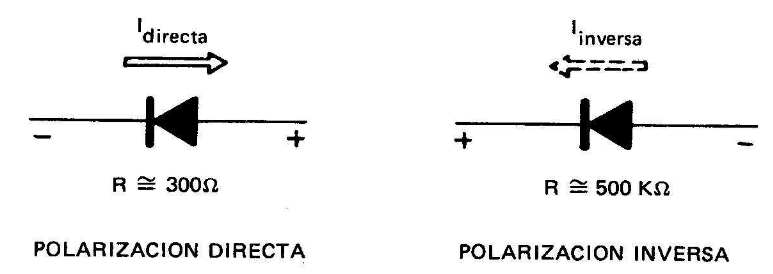


Fig. 7-4

Nótese que el paso fácil de los electrones se realiza en sentido contrario al que indica la flecha del símbolo.

FUENTES DE ALIMENTACION DE MEDIA Y DOBLE ONDA CON DIODOS DE ESTADO SOLIDO

Estos dos tipos de fuentes se han estudiado en temas anteriores y se han mostrado sus esquemas con válvulas. A continuación se volverán a presentar, pero usando en lugar de válvulas diodos, diodos de estado sólido.

La fuente de alimentación con rectificador de media onda en sus dos versiones de válvulas y de componentes de estado sólido son las siguientes, mostradas en la figura 7-5.

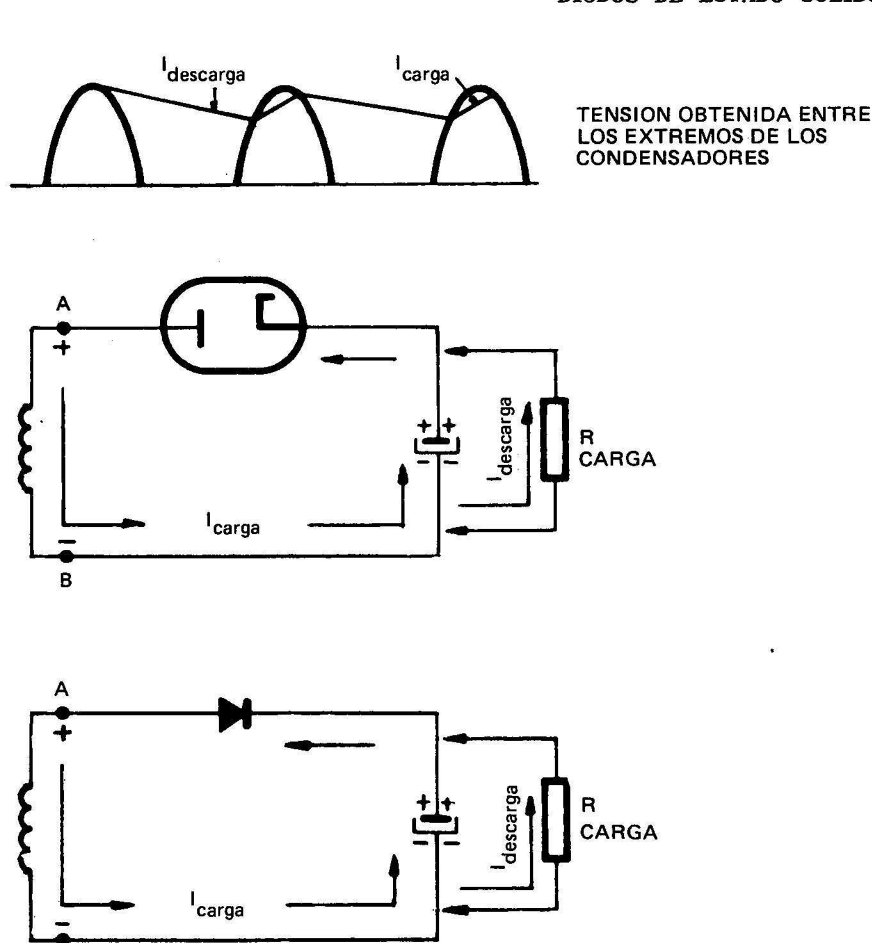


Fig. 7-5

Cuando entre los extremos del secundario A — B aparece el semiciclo positivo, con la polaridad expuesta en las figuras, queda polarizado directamente el diodo, circulando la corriente de carga del condensador, que sacando electrones de la armadura superior los traslada hasta la inferior. Una vez cargado el condensador no se puede descargar por el circuito por donde ha recibido la carga, al oponer el diodo una resistencia elevadísima a que los electrones pasen de ánodo a cátodo. La descarga del condensador

se realiza a través de la resistencia de carga conectada en paralelo con él.

Los circuitos de la fuente de alimentación de doble onda en las dos versiones son los representados en la figura siguiente.

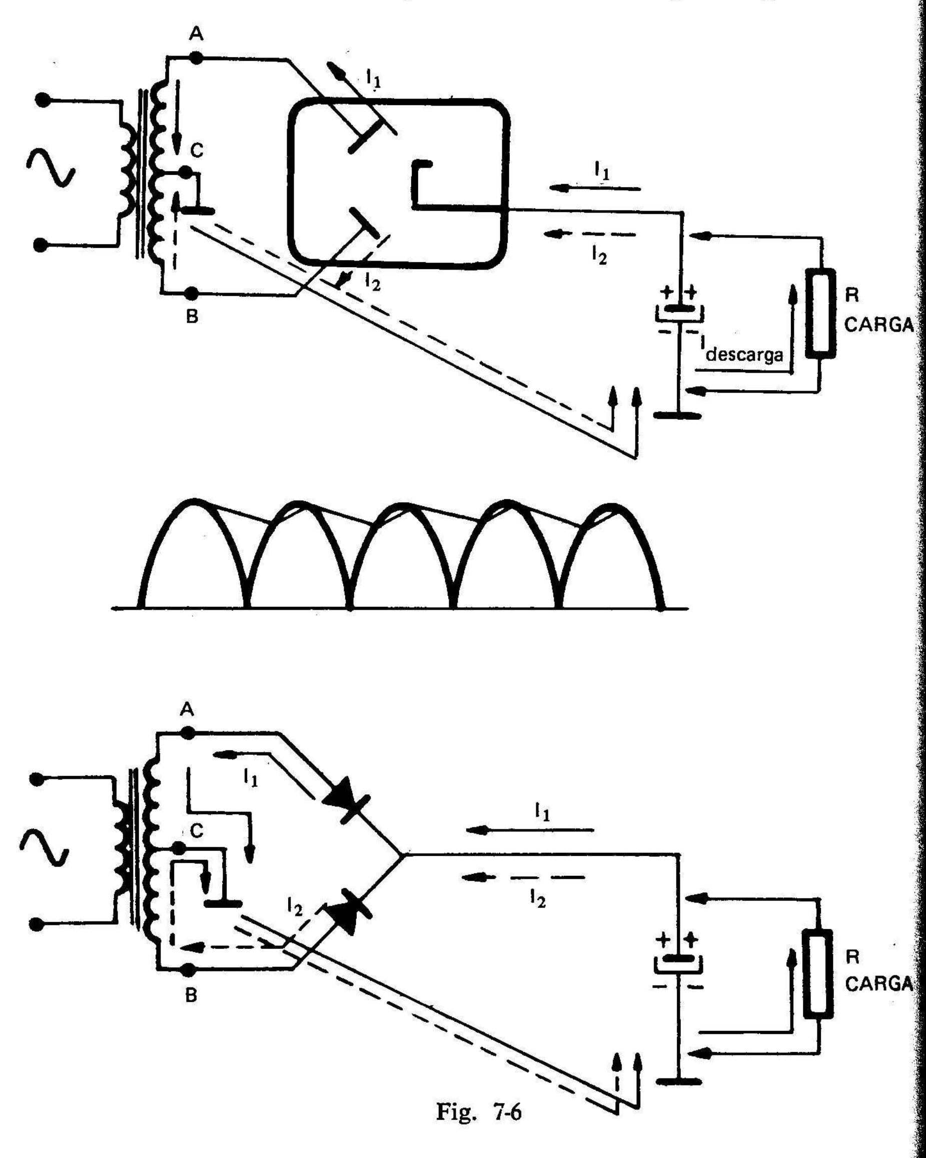


Fig. 7-6

Las propiedades del transformador con toma media en su secundario es que respecto a dicha toma los dos extremos del secundario tienen polaridades opuestas, y mientras en uno de ellos transcurre el semiciclo positivo en el otro lo hace el negativo.

Cuando el extremo A es positivo respecto al C circula una corriente I_1 por el diodo superior, extrayendo electrones de la armadura superior y pasándoselos a la inferior. En el semiciclo siguiente, C es el extremo positivo y al circular la corriente I_2 carga el condensador de igual forma que antes. Como en la fuente de media onda, el condensador de filtro sólo se puede descargar a través de la resistencia de carga que tenga entre sus terminales.

La tensión existente entre extremos del condensador o de la carga es la que se indica en las dos figuras precedentes junto a los esquemas, y en las que se aprecia que en el rectificador de doble onda la componente alterna o zumbido es menor que en la de media onda.

De la diferencia de característica de los diodos de estado sólido respecto a las válvulas se desprende que en el caso de realizar los montajes con los primeros el condensador se descargará algo durante los semiciclos negativos a través de los diodos, por permitir el paso de corriente en sentido inverso; de todas formas, esta intensidad es tan pequeña que se desprecia en todos los casos.

DIVERSOS TIPOS DE FUENTES DE ALIMENTACION

El circuito clásico de una fuente de alimentación consiste en un rectificador de media o doble onda y un filtro.

Dentro del circuito básico hay variantes de fuentes de alimentación que conviene conocer, pues no sólo facilitan la comprensión del esquema que las contiene, sino que además ayudan a ir habituándose a la interpretación de circuitos electrónicos.

Los circuitos se presentan en las dos versiones, con componentes de estado sólido y con válvulas, prescindiendo en las últimas de dibujar los filamentos.

FUENTE DE ALIMENTACION UNIVERSAL

Recibe este nombre porque puede trabajar indistintamente con c.a. o con c.c. Tanto en el esquema de válvulas como en el de semiconductores se dibujan las flechas que indican el camino seguido por la corriente de electrones.

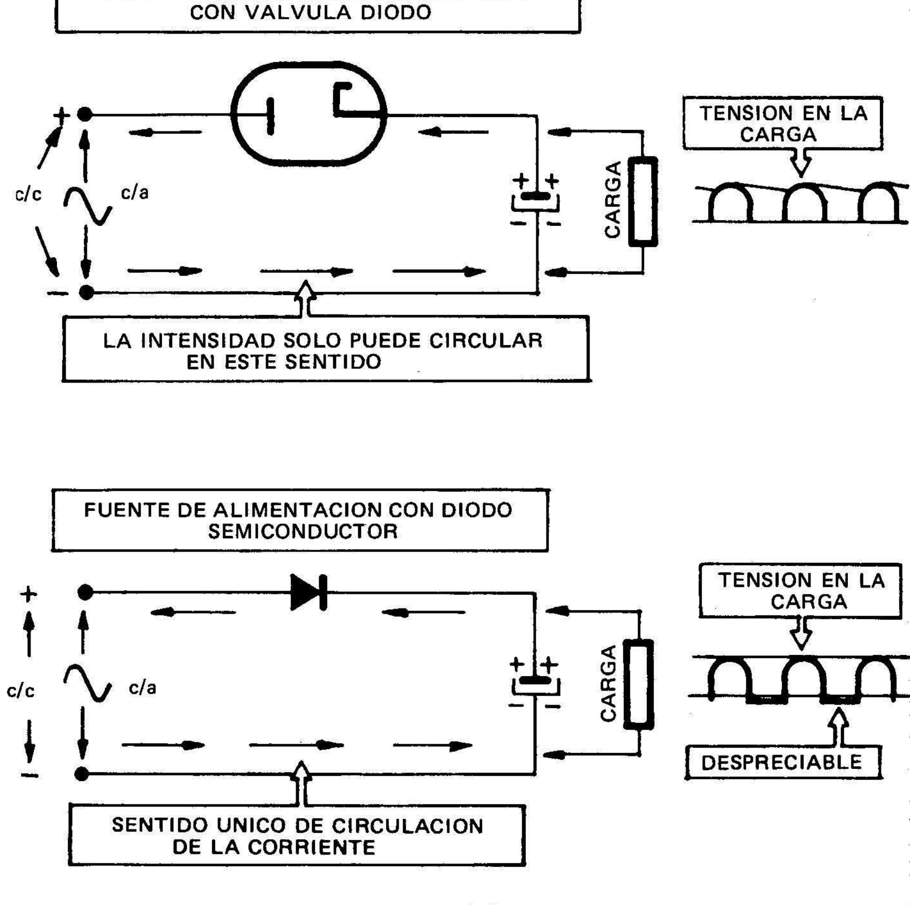


Fig. 7-7

Si a este circuito se le aplica c.c. sale igualmente c.c., y en este caso hay que tener en cuenta la polaridad, como se indica en la figura 7-7.

En todas las fuentes de alimentación la tensión de salida la produce la carga del condensador electrolítico de filtro, para lo cual la tensión aplicada por el diodo extrae electrones de la armadura positiva del condensador y los lleva hasta la negativa en un tipo de semiciclos, mientras que en los contrarios el diodo impide que circule la intensidad al revés, pudiendo descargarse dicho condensador exclusivamente a través de la carga que se le coloca en paralelo (fig. 7-8).

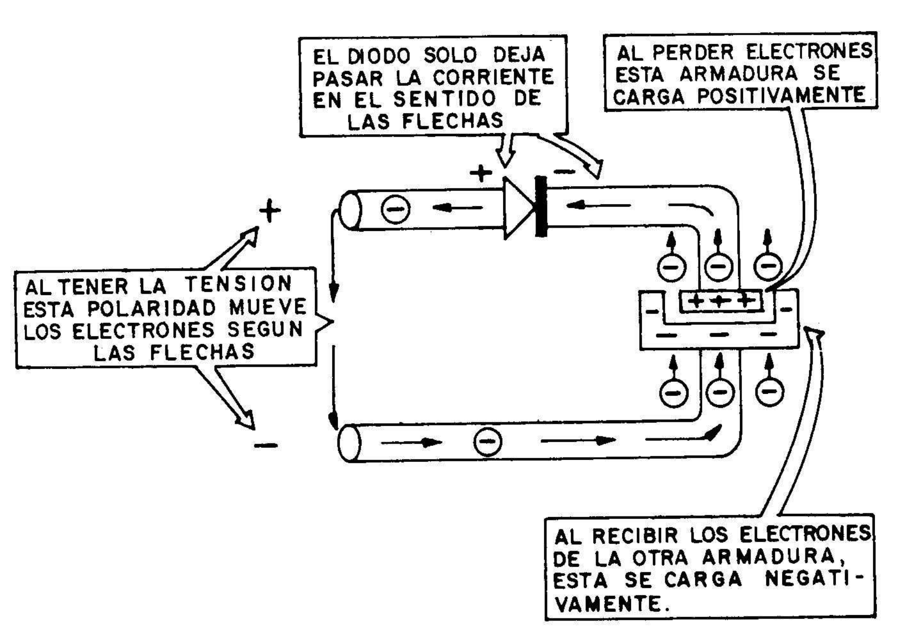


Fig. 7-8

RECTIFICADOR DE DOBLE ONDA SIN TRANSFORMADOR. PUENTE DE GRAETZ

Usando cuatro diodos se puede rectificar en doble onda la c.a. sin necesidad de transformador con toma media en el secun-

dario. Para este circuito es normal utilizar cuatro diodos de estado sólido por el poco tamaño y precio que tienen, construyendo los fabricantes incluso los cuatro diodos ya montados y conexionados, con dos bornes de entrada para la c.a. y otros dos de salida para la rectificada de c.c. (fig. 7-9).

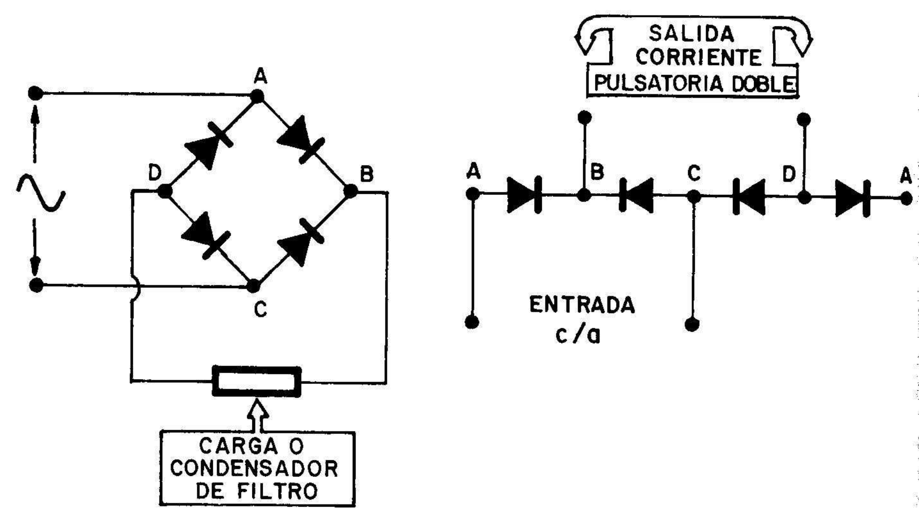


Fig. 7-9

La circulación de corriente en los dos semiciclos de c.a. tiene la misma dirección por la carga, debido a la disposición de los cuatro diodos. En la siguiente figura se muestra el paso de corriente durante un semiciclo.

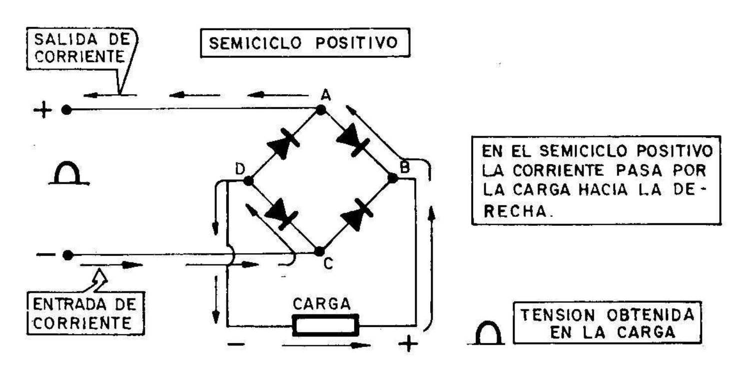


Fig. 7-10

En el semiciclo positivo los electrones salen del polo negativo de la red, llegan al punto C y encuentran dos diodos, dirigiéndose por uno de ellos al punto D, pues hacia el B se lo impide el otro. En D los electrones se ven obligados a pasar por la resistencia de carga, pues en el otro camino hacia A, hay un diodo polarizado inversamente si la corriente lo atravesase. Nótese que en cada cruce de los dos caminos existentes los electrones preferirán el que menos resistencia tenga y un diodo si circula por él intensidad en la misma dirección que la que marca su flecha presenta una resistencia elevadísima. Ya en B los electrones se dirigen hacia A, conectado al polo positivo, a través del diodo que hay entre estos dos puntos, que está polarizado directamente.

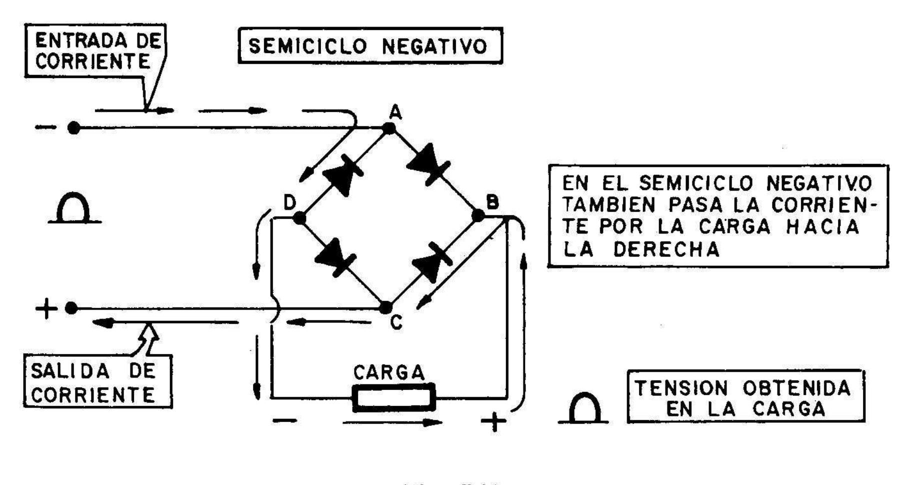


Fig. 7-11

En la figura 7-11 se han dibujado las flechas que indican el paso de los electrones por el puente y por la carga durante el semiciclo negativo, apreciándose que también pasan en la misma dirección por la carga, debido a la disposición de los diodos, consiguiendo la rectificación en doble onda de la c.a. sin necesitar transformador.

DOBLADOR DE TENSION

Es frecuente que la c.a. disponible no facilite al rectificarla y filtrarla la tensión de c.c. adecuada. El circuito doblador de tensión eleva aproximadamente al doble el valor de c.c. que se obtendría con uno de los circuitos comentados anteriormente.

El montaje lleva dos diodos con sus condensadores de filtro respectivos, comportándose como dos circuitos rectificadores simples que cargan a sus condensadores con la tensión máxima de la c.a. aplicada, pero que por su disposición se suman las tensiones de ambos condensadores, consiguiendo entre ellos el doble del valor normal (figura 7-12).

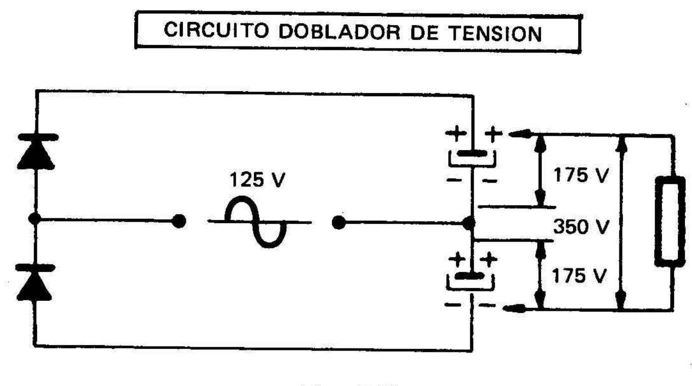


Fig. 7-12

Al aplicar 125 V alternos a un circuito rectificador se consigue como máximo una tensión continua equivalente a su valor de pico, o sea, $125 \cdot 1{,}4 = 175$ V, suponiendo no exista zumbido. Si los dos condensadores se cargan a dicha tensión y quedan conectados por sus polos contrarios en el circuito, la tensión entre los dos será la suma, es decir $175 + 175 = 350$ V.

En la siguiente figura se muestra la carga de cada condensador al valor de pico en cada uno de los dos semiciclos de la c.a.

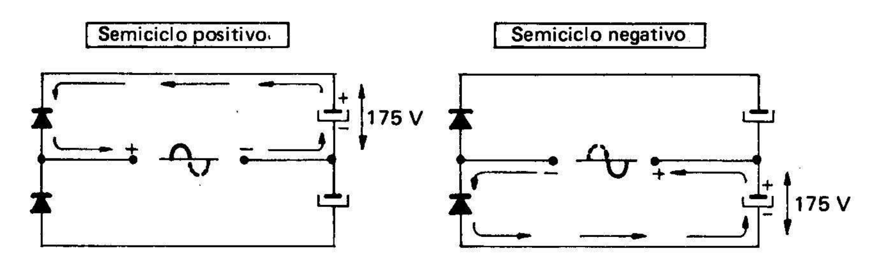


Fig. 7-13

Una variante de este circuito doblador, muy generalizada en las fuentes de los televisores, es la siguiente:

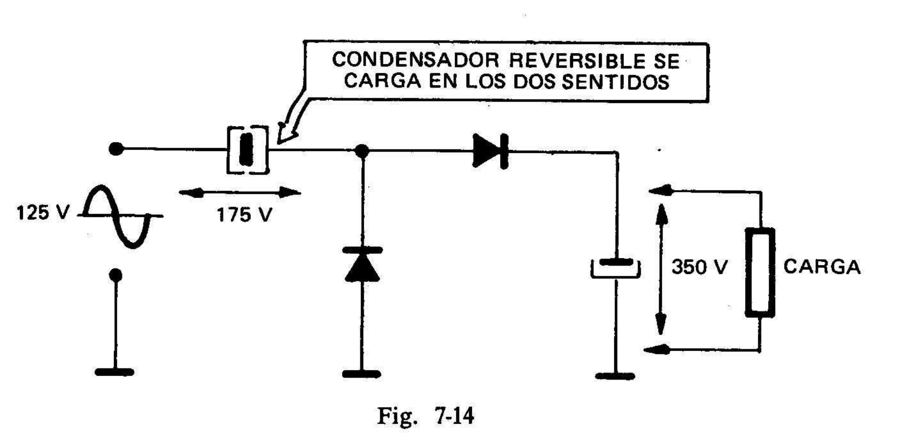


Fig. 7-14

El condensador reversible se carga con 175 V durante uno de los semiciclos, mientras que en el opuesto, además de cargarse el otro condensador, se descarga el primero, aplicando su tensión al segundo, que de esta forma consigue duplicar el valor de la tensión que alcanzaría normalmente. Las dos fases del funcionamiento de este doblador, una para cada semiciclo, se muestran en la figura siguiente y en cada una de ellas se representa la circulación de la corriente electrónica y los valores de las tensiones alcanzadas.

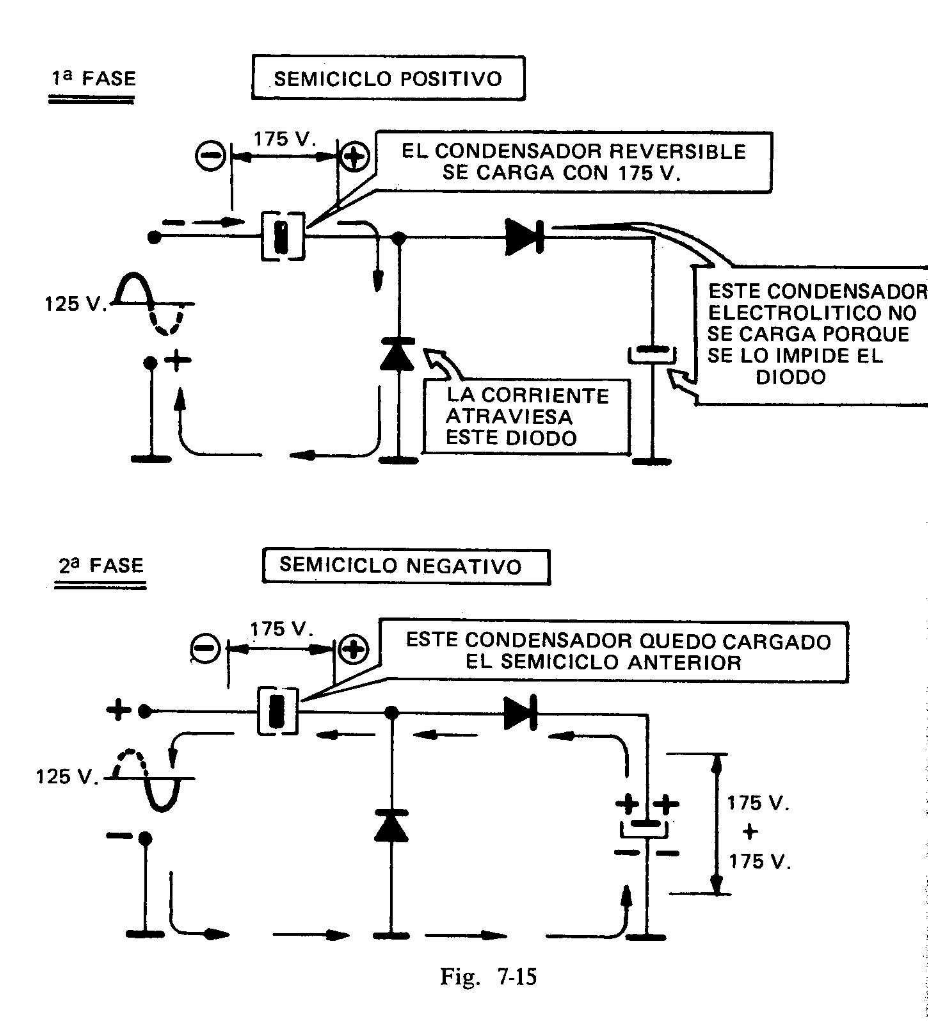


Fig. 7-15

Durante la segunda fase y una vez que en la primera el reversible ha quedado cargado con 175 V, circula una intensidad que carga también el condensador de salida con 175 V, pero al poder circular corriente por el reversible en sentido contrario a como lo hizo durante la primera fase, ésta se descarga y los 175 V que mantenía entre sus armaduras se los aplica al condensador de salida, el cual quedará cargado con una tensión de 175 + 175 = 350 V (fig. 7-15).

EJERCICIOS DE LA LECCION 7.ª

Táchese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — Una ventaja fundamental de los diodos de estado sólido comparados con las válvulas es:

a) *Tienen más patillas de conexión.*
b) *Son más pequeños y baratos.*
c) *Son más delicados.*

2.ª PREGUNTA. — La ventaja de la fuente de alimentación de media onda con respecto a la de doble onda es:

a) *Produce más componente continua.*
b) *Es más sencilla y económica.*
c) *Tiene menos zumbido.*

3.ª PREGUNTA. — La fuente de alimentación universal:

a) *Funciona sólo con c.a.*
b) *No necesita transformador.*
c) *Funciona únicamente con c.c.*

4.ª PREGUNTA. — Un puente de Graetz se caracteriza por:

a) *Produce rectificación de doble onda sin transformador.*
b) *Usa medios diodos.*
c) *Rectifica en media onda sin transformador.*

5.ª PREGUNTA. — Un doblador de tensión se usa:

a) *Para elevar y reducir la c.c.*
b) *Para doblar la c.a. con dos diodos.*
c) *Para doblar la c.c. sin transformador.*

6.ª PREGUNTA. — La tensión que se obtiene en el condensador de filtro de salida de un puente de Graetz al que se le aplican 100 V alternos de 50 Hz sin tener conectada ninguna carga en paralelo es:

a) *150 V.*
b) *140 V.*
c) *100 V.*

EJERCICIO 1.º

Dibujar el esquema de una fuente de alimentación para 220 V alternos, utilizando un puente de Graetz como rectificador y como filtro uno en π del tipo $L — C$.

EJERCICIO 2.º

Dibujar el esquema de una fuente de alimentación universal para una tensión de entrada de 125 V alternos, con un filtro en *L,* con entrada por autoinducción y usando un diodo de estado sólido.

Segunda Parte

Práctica y Tecnología

Características de las válvulas y semiconductores diodos

Montaje de fuentes de alimentación

LECCION 1

DESIGNACION Y CARACTERISTICAS DE LAS VALVULAS

NOMENCLATURA DE LAS VALVULAS

La denominación de las válvulas se compone generalmente de dos letras mayúsculas, seguidas de una cifra de dos o tres números. Cada una de las letras indica una característica de la válvula, y la cifra final, su base o zócalo. El código que a continuación se presenta se refiere principalmente a válvulas destinadas a receptores de radio y TV, reproducción y registro de sonido, proyectores de cine, audiófonos y aparatos similares.

SIGNIFICADO DE LAS LETRAS Y NUMEROS

A) PRIMERA LETRA: Indica la alimentación del filamento. Se usan las siguientes:

A: Los filamentos de las válvulas cuya designación comience por la letra A necesitan 4 V de c.a.

B: Los filamentos consumen una corriente de 180 mA.

C: El consumo de corriente de los filamentos de las válvulas que comiencen por la letra C es de 200 mA, siendo indiferente sea de c.c. o de c.a.
D: Tensión necesaria para los filamentos de 1,2 a 1,4 V.
E: 6,3 V de c.c. o c.a.
G: 5 V.
H: 150 mA.
K: 2 V de c.c.
L: 450 mA.
P: 300 mA.
U: 100 mA de consumo del filamento de c.c. o de c.a.
X: 600 mA.

B) SEGUNDA LETRA Y SIGUIENTES: Indican la misión o constitución de la válvula. En caso de haber más de una en el mismo recipiente de la válvula, las letras que les corresponden se ponen en orden alfabético.

A: Diodo simple para la rectificación en alta frecuencia.
B: Doble diodo con cátodo común para rectificación en alta frecuencia.
C: Triodo, amplificador de tensión.
D: Triodo, excepto de salida o potencia.
E: Tetrodo, excepto de salida o potencia.
F: Pentodo amplificador de tensión.
H: Hexodo o heptodo.
K: Octodo.
L: Pentodo de salida o potencia.
M: Ojo mágico. Inidicador visual de sintonía.
Q: Eneodo.
X: Rectificadora doble con gas.
Y: Rectificadora de vacío de media onda.
Z: Doble rectificadora de vacío.

C) ULTIMA CIFRA: Indica la construcción externa y la base o zócalo de la válvula. Cuando se compone de dos cifras indican o siguiente:

De 0 a 10: Válvulas con zócalo transcontinental, con contactos laterales.
De 20 a 29: Válvulas llave de 8 patitas, con una que hace de guía.
De 30 a 39: Zócalo octogonal de 8 patitas.

De 40 a	49:	Válvulas Rimlock, de 8 patitas con tetón de guía.
De 60 a	79:	Válvulas superminiatura con patillas de conexión para soldar directamente.
De 80 a	89:	Válvulas Noval de 9 patitas.
De 90 a	100:	Válvulas miniatura de 7 ó 9 patitas.
Serie	200:	Válvulas Decal de 10 patitas.
Serie	500:	Válvulas Magnoval.

EJEMPLO: UY 85, consumo de 0,1 A en filamentos, diodo rectificador de media onda, de la serie Noval de 9 patillas.

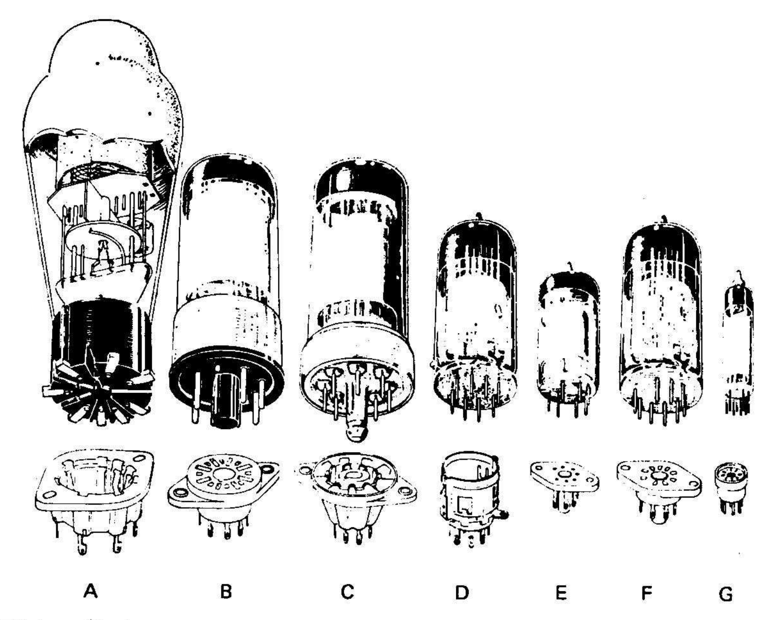


Fig. T1-1.—Varios modelos de válvulas de radio, con sus soportes correspondientes.

A = válvulas de las series «roja» y «dorada», con zócalo y soporte «transcontinental»;
B = válvulas «octal», de ocho patillas y guía central;
C = válvulas «loctal», de ocho patillas y guía central metálica;
D = válvulas «rimlock», con tetón de guía;
E = válvulas miniatura de siete patillas;
F = válvulas miniatura de nueve patillas;
G = válvulas superminiatura, con patillas de conexión o filamentosas, para soldar directamente.

Cuando el número de serie tiene tres cifras, la primera indica el tipo de base; por ejemplo, si es un 1, tipo de base variado; si es un 2, base miniatura de 10 patillas; si es un 3, base Octal;

si es un 5, base Magnoval; si es un 8, base Noval, y si es un 9, miniatura de 7 patillas. Por úutimo, en este tipo de designación la última cifra en el caso de los tetrodos y pentodos, a excepción de los de potencia, indica el tipo de característica:

Cifra par: Característica de pendiente constante.

Cifra impar: Característica de pendiente variable.

En los tubos de la serie americana que utilizan diferente nomenclatura, es la primera cifra la que indica el caldeo de los filamentos:

0: Cátodos fríos.
1: De 0,1 a 2,1 V.
2: De 2,1 a 2,9 V.
3: De 3,1 a 3,9 V.
4: De 4 a 4,9 V.
5: De 5 a 5,9 V.
6: De 6 a 6,9 V.
7: De 7 a 7,9 V.
12: De 12 a 12,9 V.

REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LAS VALVULAS

Se representa la válvula por un círculo o rectángulo con las esquinas curvadas, que contiene todos los electrodos: cátodos, placas, rejillas y filamentos (fig. T1-2).

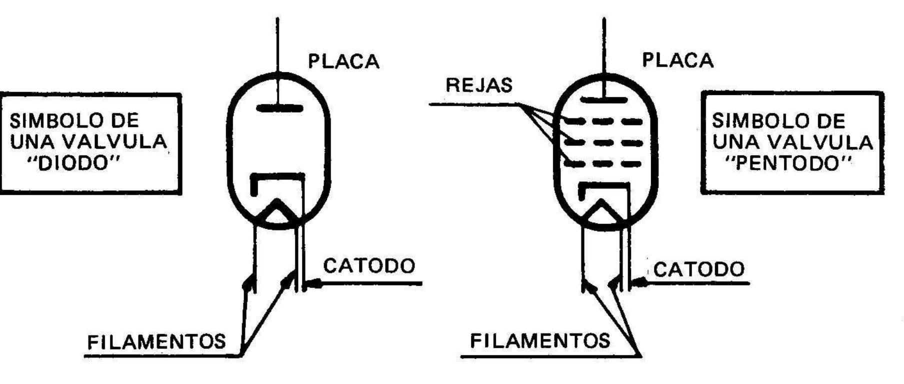


Fig. T1-2

Cada parte que contiene la válvula y sirve para controlar el paso de los electrones se denomina electrodo y está conectado con el exterior a través de una de las patillas metálicas que salen del recipiente de vidrio herméticamente cerrado. Para reconocer a qué electrodo corresponde cada patilla, éstas se numeran correlativamente desde el número uno hasta el número de patillas que tenga la válvula. La numeración de las patillas de una válvula se realiza mirándola por la parte de abajo, que es por donde salen, comenzándose la numeración desde la separación más grande que exista entre dos de ellas, siguiendo por las restantes conforme el sentido del movimiento de las agujas del reloj. A veces, en vez de existir una separación mayor entre las patas por donde se comienza la numeración hay un tetón u otra referencia.

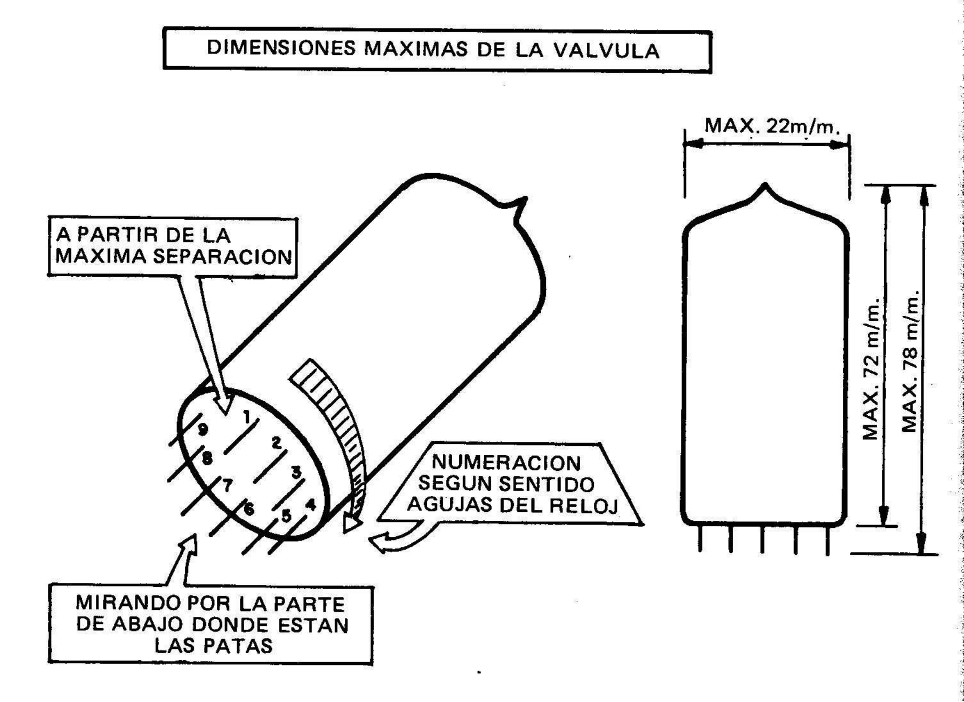


Fig. T1-3 .

Normalmente una doble válvula, como la formada por dos diodos, sólo tiene un cátodo de tamaño y poder de emisión tales que pueda alimentar a los dos ánodos. Su representación en los esquemas y la que se usa en los manuales generales de válvulas es la siguiente:

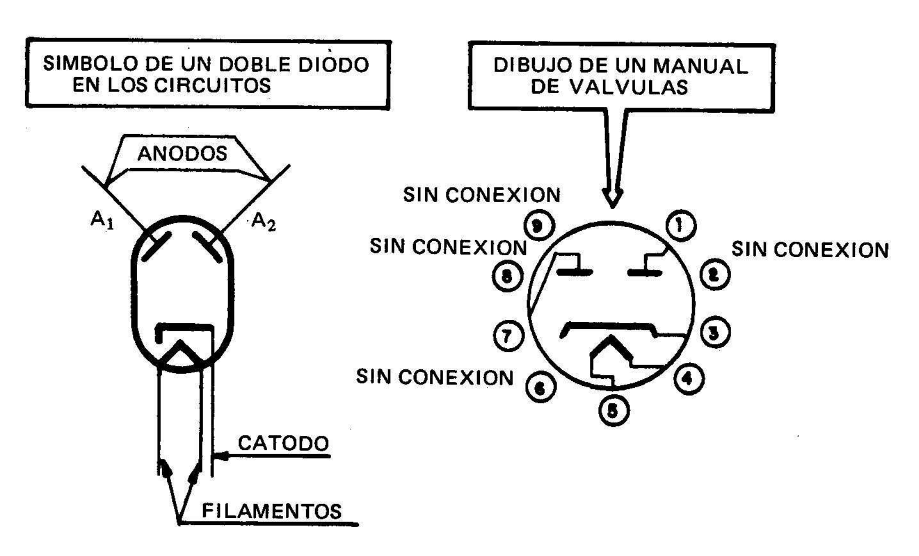


Fig. T1-4

Este ejemplo se refiere a la válvula más usual de 9 patillas, serie Noval, caracterizada en su nomenclatura por acabar por una cifra comprendida entre 80 y 89.

EL MANUAL DE VALVULAS

Es un libro que reúne casi todas las válvulas existentes en el mercado, clasificadas por orden alfabético o numérico y también por funciones o diversas características. En este libro se indica,

además de las patillas que corresponden a cada electrodo de la válvula, los valores usuales con que ésta suele funcionar y sus curvas características.

Como hasta ahora sólo se conocen las válvulas diodos, se presentan en principio las curvas características más importantes que citan los manuales de válvulas de dos de dicho tipo muy utilizadas: la UY 85 y la EZ 81.

CARACTERISTICAS DE LA UY - 85

Rectificador de media onda, de alto vacío.

Caldeo de los filamentos: indirecto, por c.a. o c.c.; alimentación en serie, precisando un voltaje $V_f = 38$ V y una corriente $I_f = 100$ mA.

La constitución, base o zócalo Noval que lleva, dimensiones máximas en milímetros y correspondencia de las patitas con los electrodos (*f*: filamentos, *k*: Cátodo, *a*: Anodo e *i.c.*: sin conesión interior) se representan en la siguiente figura.

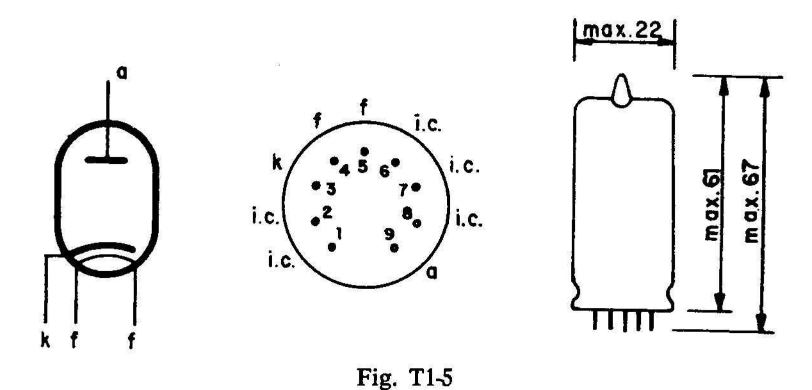


Fig. T1-5

Las principales características de utilización de este diodo rectificador, que vienen representadas gráficamente en las cur-

vas que se muestran en la siguiente figura, se refieren a los diferentes valores de c.c. obtenidos según el esquema general de montaje mostrado en el ángulo superior derecho de dichos gráficos y en los que V_i significa la tensión alterna de red que alimenta el rectificador, V_o e I_c los valores de tensión y corriente continuos obtenidos en la salida del circuito utilizando el condensador de filtro C_{filt} que recomienda el constructor de la válvula. En la lección 4.ª de teoría se explica el signifacado de cada uno de estos términos ampliamente.

— V_i	=	110	127	220	250	V_{ef}
— I_o	=	110	110	110	110	mA
— C_{filt}	=	100	100	100	100	μF
— R_t	=	0	0	90	100	Ω
— V_c	=	112	135	215	245	V

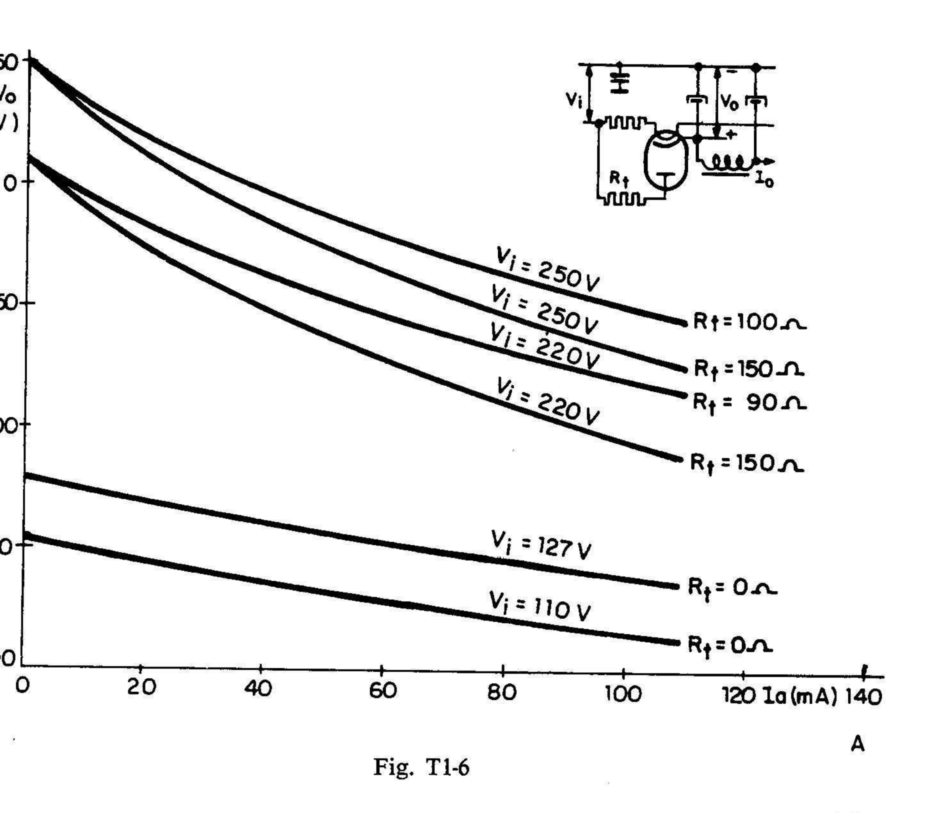


Fig. T1-6

además de las patillas que corresponden a cada electrodo de la válvula, los valores usuales con que ésta suele funcionar y sus curvas características.

Como hasta ahora sólo se conocen las válvulas diodos, se presentan en principio las curvas características más importantes que citan los manuales de válvulas de dos de dicho tipo muy utilizadas: la UY 85 y la EZ 81.

CARACTERISTICAS DE LA UY - 85

Rectificador de media onda, de alto vacío.

Caldeo de los filamentos: indirecto, por c.a. o c.c.; alimentación en serie, precisando un voltaje $V_f = 38$ V y una corriente $I_f = 100$ mA.

La constitución, base o zócalo Noval que lleva, dimensiones máximas en milímetros y correspondencia de las patitas con los electrodos (*f*: filamentos, *k*: Cátodo, *a*: Anodo e *i.c.*: sin conexión interior) se representan en la siguiente figura.

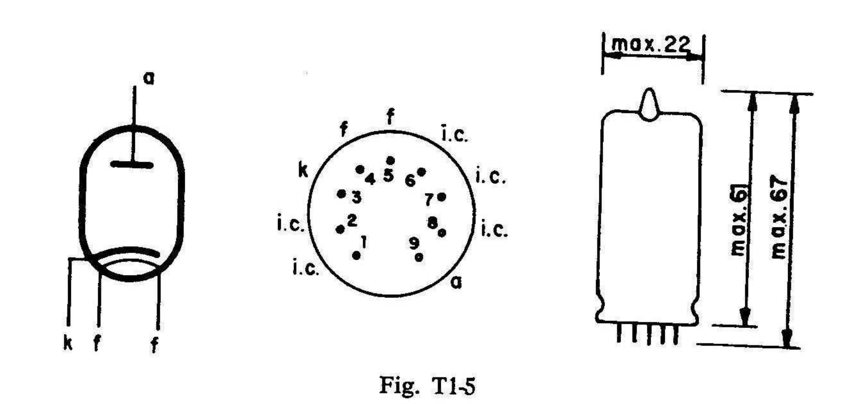


Fig. T1-5

Las principales características de utilización de este diodo rectificador, que vienen representadas gráficamente en las cur-

vas que se muestran en la siguiente figura, se refieren a los diferentes valores de c.c. obtenidos según el esquema general de montaje mostrado en el ángulo superior derecho de dichos gráficos y en los que V_i significa la tensión alterna de red que alimenta el rectificador, V_o e I_o los valores de tensión y corriente continuos obtenidos en la salida del circuito utilizando el condensador de filtro C_{filt} que recomienda el constructor de la válvula. En la lección 4.ª de teoría se explica el signifacado de cada uno de estos términos ampliamente.

— V_i	=	110	127	220	250	V_{ef}
— I_o	=	110	110	110	110	mA
— C_{filt}	=	100	100	100	100	µF
— R_t	=	0	0	90	100	Ω
— V_o	=	112	135	215	245	V

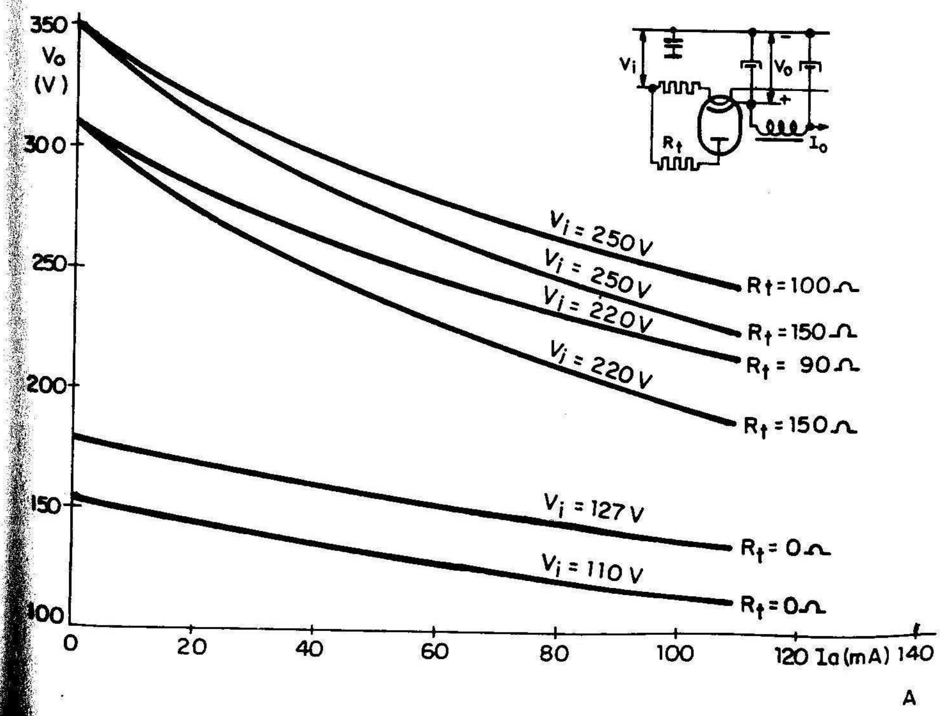


Fig. T1-6

Valores limitados o máximos

— Tensión máxima inversa entre cátodo y placa V_{inv_p} = máximo 700 V

— Intensidad máxima de c.c. a la salida I_c = máximo 110 mA

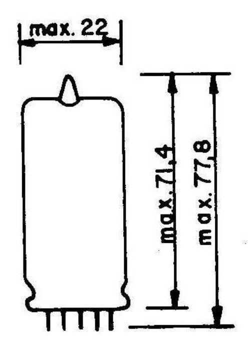
— Tensión máxima entre el cátodo (positivo y el filamento (negativo) V_{kf_p} = máximo 550 V

CARACTERISTICAS DE LA EZ-81

Rectificador doble onda, de alto vacío

Calentamiento de los filamentos: Indirecto por c.a., con alimentación en paralelo, precisando un voltaje de 6,3 V y una corriente de 1 A.

La constitución, su zócalo Noval, las dimensiones máximas en milímetros y la correspondencia entre los electrodos y las patillas externas vienen especificadas en la figura T1-7.



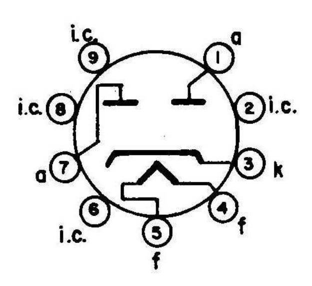


Fig. T1-7

El siguiente gráfico representa las corrientes que circulan por cualquier ánodo de esta válvula, según la tensión en el existente.

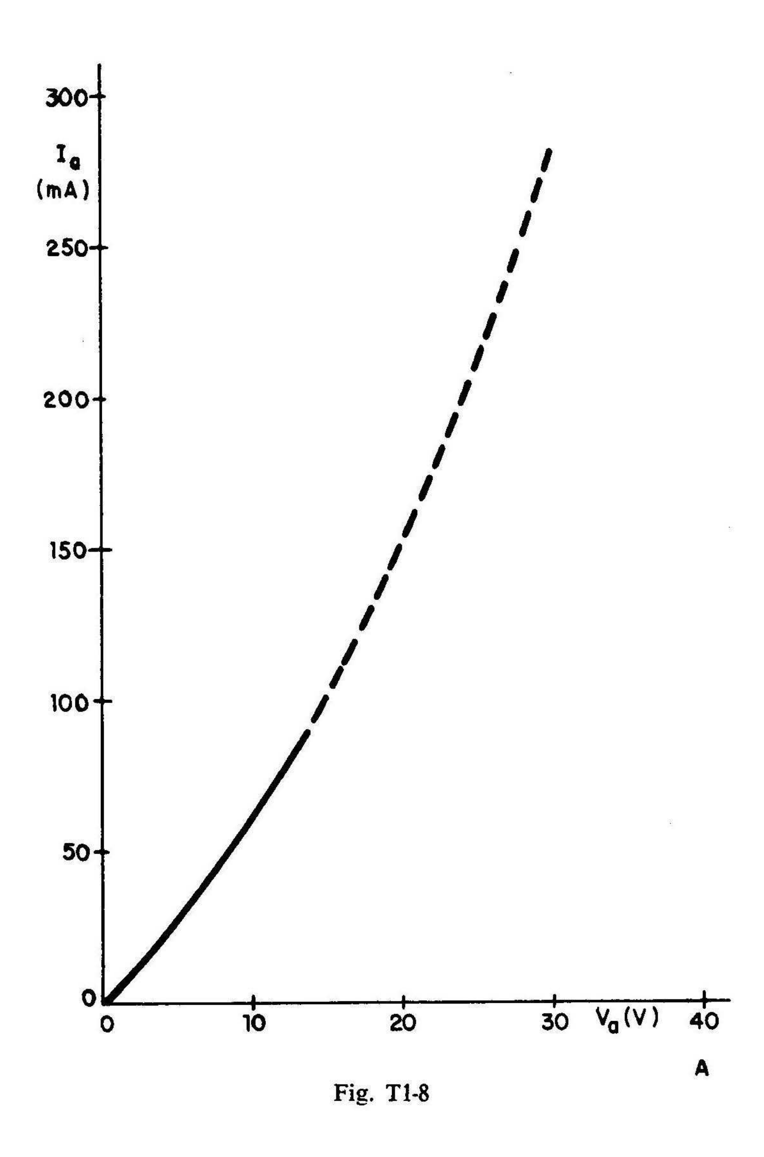


Fig. T1-8

El rectificador realizado con la EZ 81 puede ir acompañado por un filtro de salida con entrada por condensador o por un filtro con entrada por choque o inductancia. Las diferencias obtenidas según el filtro que se emplee quedan representadas en la figura siguiente, en la que se relaciona la corriente continua I_0 de la salida del filtro en función del voltaje eficaz, V_{ef}, aplicado al rectificador.

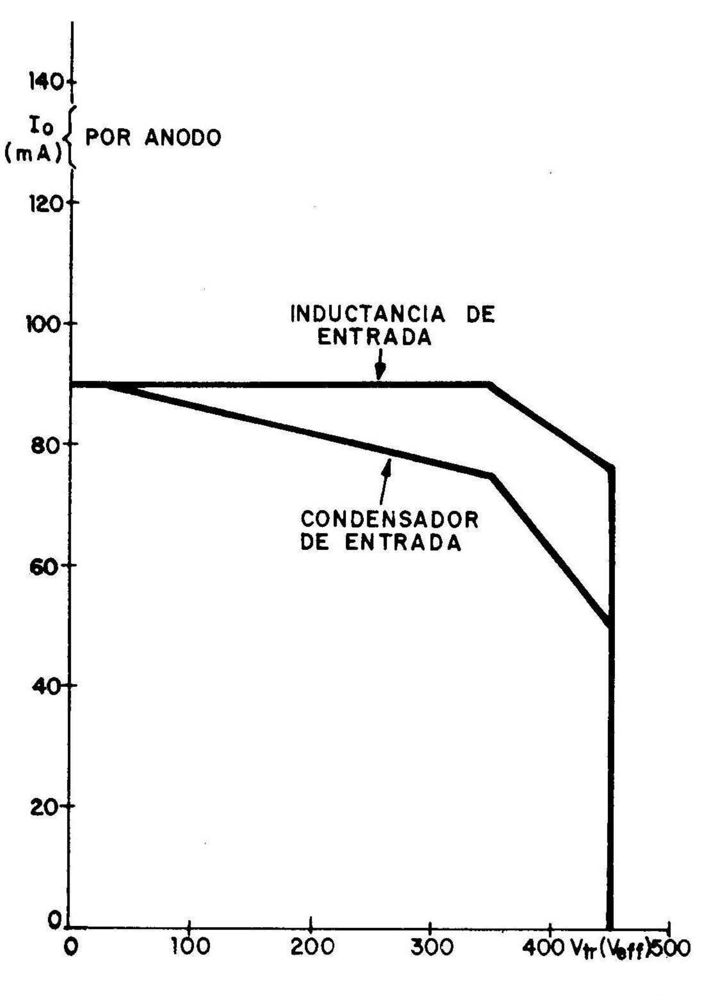
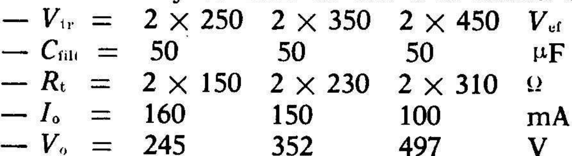


Fig. T1-9

Características de utilización con condensador de entrada de filtro

— Tensión aplicada por los dos devanados del transformador con toma media: V_{tr}. (Ver figura T1-10).
— Condensador de filtro utilizado: C_{filt}.
— Resistencia total del circuito (ver lección 4.ª de teoría): R_t.
— Corriente y tensión de c.c. a la salida del filtro: I_o y V_o.



— V_{tr} =	2 × 250	2 × 350	2 × 450	V_{ef}
— C_{filt} =	50	50	50	μF
— R_t =	2 × 150	2 × 230	2 × 310	Ω
— I_o =	160	150	100	mA
— V_o =	245	352	497	V

Fig. T1-10

C

Características de utilización con choque o inductancia como entrada de filtro (figura T1-11)

— V_{tr} =	2 × 250	2 × 350	2 × 450	V_{ef}
— L =	10	10	10	H
— I_o =	180	180	150	mA
— V_o =	199	288	378	V

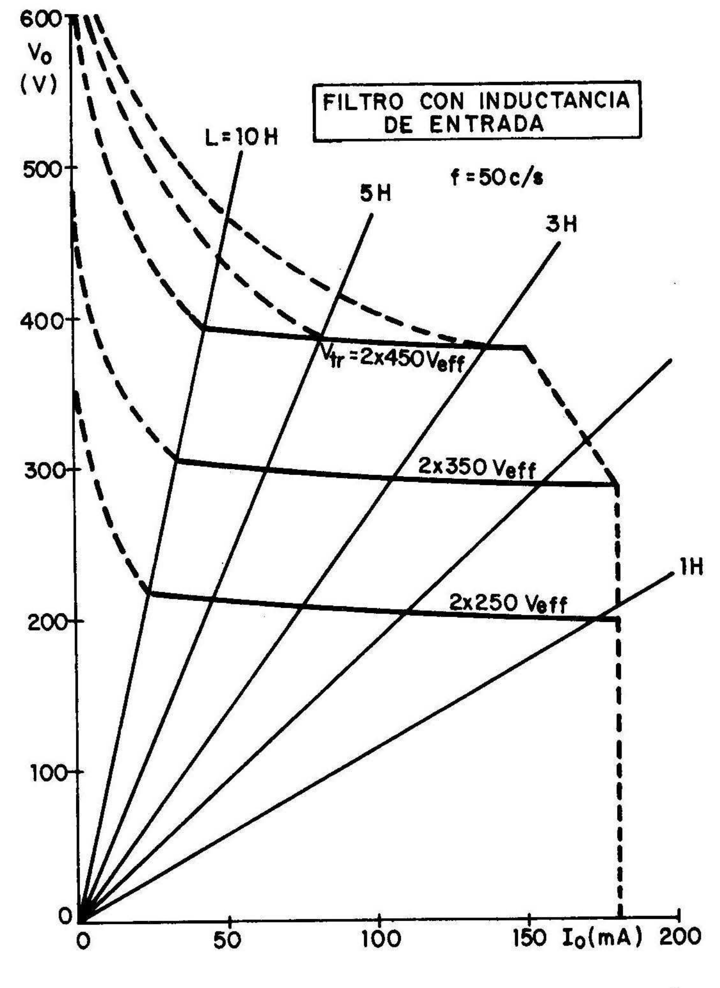


Fig. T1-11

Para el técnico electrónico es indispensable el Manual de Válvulas, no sólo para asesorarse de las patitas que corresponden a cada electrodo, sino también para saber su función y valores de trabajo, con objeto de poderlos comparar con los que tiene realmente y descubrir las anomalías del circuito, así como poder montar el circuito necesario con los valores más adecuados.

Al final de este tomo hay un Apéndice con las características más importantes de los principales diodos.

LECCION 2

EL CALDEO DE FILAMENTOS

INTRODUCCION

Se ha explicado que en la nomenclatura de una válvula la primera letra indica la tensión o corriente que necesita para caldear sus filamentos. En un aparato electrónico, cuando es posible, se eligen todas las válvulas de forma que comiencen por igual primera letra, con objeto de unificar el caldeo de filamentos. Si se consigue qu todas las válvulas que componen un equipo comiencen, por ejemplo, por la letra U, signifaca que todas ellas precisan que recorra sus filamentos una corriente de 100 mA y se podrán colocar todos en serie al precisar la misma intensidad. Del mismo modo se colocarían en serie todos los filamentos de un conjunto de válvulas que comenzasen por la letra P, pues todas necesitan 300 mA para el correcto caldeo de sus filamentos.

Cuando las válvulas de un aparato precisan para el caldeo de sus filamentos la misma tensión se colocan en paralelo los filamentos, todos ellos aplicados entre los extremos de las dos líneas que alimentan con dicha tensión. Las válvulas que comienzan por la letra E requieren en sus filamentos una tensión de 6,3 V y habrá que conectarlos en paralelo con dos líneas que transporten por el circuito dicha tensión.

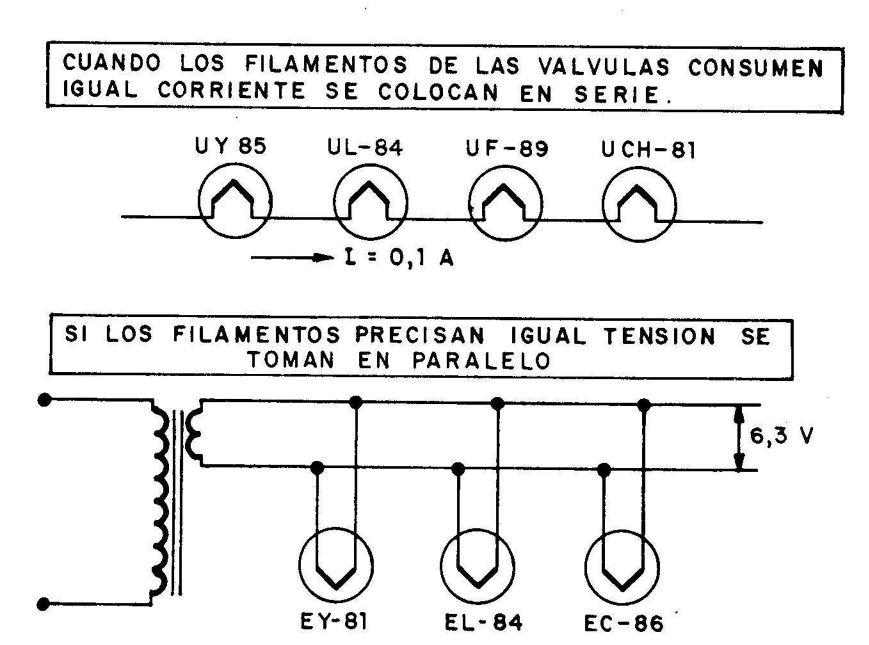


Fig. T2-1

CALCULO DE UN CIRCUITO DE FILAMENTOS

Se trata de montar un receptor de radio de 5 válvulas: UY 85, UL 84, UF 89, UBC 81 y UCH 81, todas ellas de la serie Noval de 9 patitas, por acabar su denominación en una cifra comprendida entre 80 y 89, siendo las patitas 4 y 5 las que corresponden indistintamente a la entrada y salida de filamentos.

Las 5 válvulas comienzan por la letra U, lo que significa que necesitan 100 mA para su caldeo térmico y por ser igual para todas ellas se conectan en serie sus filamentos.

Consultando el manual de válvulas obtenemos el siguiente cuadro de valores:

CARACTERISTICAS DE LOS FILAMENTOS DE LAS VALVULAS

VALVULA	INTENSIDAD	TENSION
UY 85	0,1 A	38 V
UL 84	»	45 V
UCH 81	»	19 V
UF 89	»	12,6 V
UBC 81	»	14 V
		TOTAL: 128,6 V

Al colocar los filamentos de las 5 válvulas en serie pasará por ellos una corriente de 100 mA, siempre y cuando quede entre los extremos de cada uno la tensión establecida por el fabricante, como se muestra en el esquema siguiente.

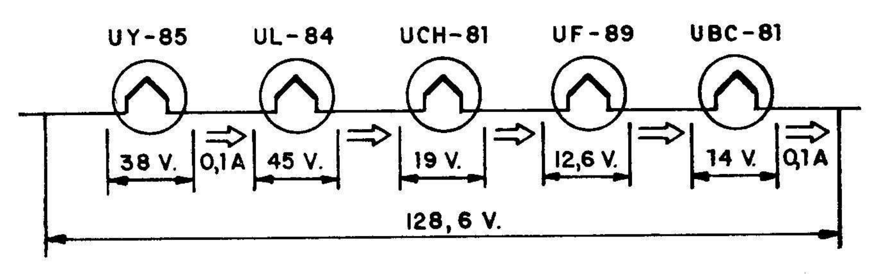


Fig. T2-2

La tensión necesaria para que funcione el circuito anterior es de 128,6 V en total; por ello, si usásemos una tensión de red de 125 V alternos se podía alimentar con ella directamente el circuito formado por los 5 filamentos en serie, pues aunque la tensión es ligeramente inferior, incluso es conceniente para prevenir las frecuentes fluctuaciones la tensión de red, sobre todo en ciertas zonas.

Cuando la tensión de red es de 220 V hay que rebajarla hasta 128,6 V para poder aplicarla al circuito de filamentos. Existen dos formas de rebajar una c.a.: utilizando un transformador o con una resistencia de absorción. Estudiaremos las dos maneras:

1) Por transformador: Con la adecuada relación de espiras entre primario y secundario podemos obtener en éste la tensión requerida exactamente.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{220}{128{,}6}$$

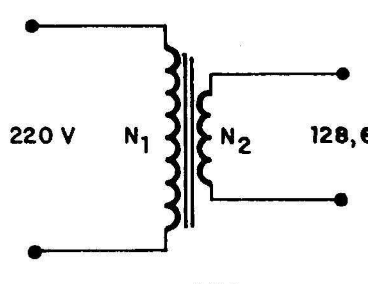


Fig. T2-3

2) Por resistencia de absorción: Colocando delante de la serie de los filamentos una resistencia que absorba el voltaje sobrante, o sea, 220 — 128,6 = 91,4 V.

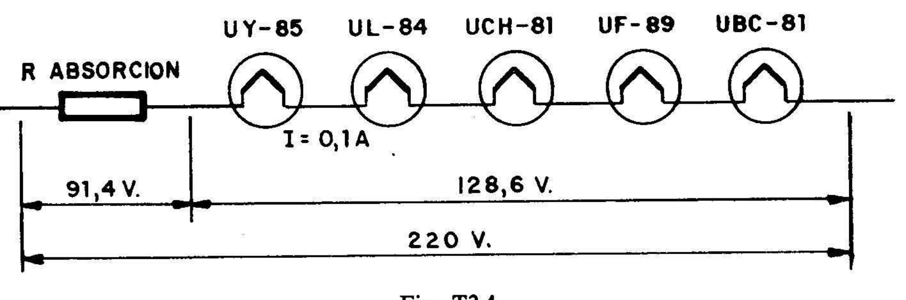


Fig. T2-4

El cálculo del valor de esta resistencia de absorción se realizará aplicando la ley de Ohm entre sus terminales, pues conocemos el valor de la tensión que debe absorber (91,4 V) y la corriente que la atraviesa (100 mA).

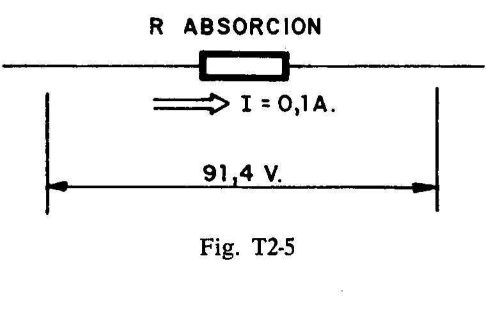


Fig. T2-5

$$R = \frac{V}{I} = \frac{91,4}{0,1} = 914\ \Omega.$$

Calculado el valor óhmico de la resistencia de absorción, también hay que buscar la potencia que disipa, que será:

$$\text{Potencia} = V \cdot I = 91,4 \cdot 0,1 = 91,4\ \text{W}.$$

La resistencia de absorción será una de 914 Ω y 9,14 W.

Usando el método de la resistencia conseguimos un montaje más económico, menos voluminoso y pesado e incluso más sencillo que si hubiésemos colocado un transformador, pero la potencia consumida por la resistencia de absorción no produce ningún efecto útil, antes al contrario, crea un foco importante de calor, peligroso para los componentes cercanos.

LOCALIZACION DE AVERIAS EN LOS CIRCUITOS DE FILAMENTOS

Hay dos circuitos típicos utilizados para el caldeo de los filamentos de las válvulas que componen un aparato: serie y paralelo. A continuación se exponen los procedimientos que hay que usar para localizar algún fallo en dichos circuitos.

A) Circuitos serie

Cuando los filamentos de las válvulas al requerir la misma corriente calefactora se colocan en serie, la avería o fallo del filamento de una de ellas hace que permanezcan apagados y no

funcione ninguno, pues al interrumpirse la serie en un punto no circula la corriente por ninguno de los filamentos.

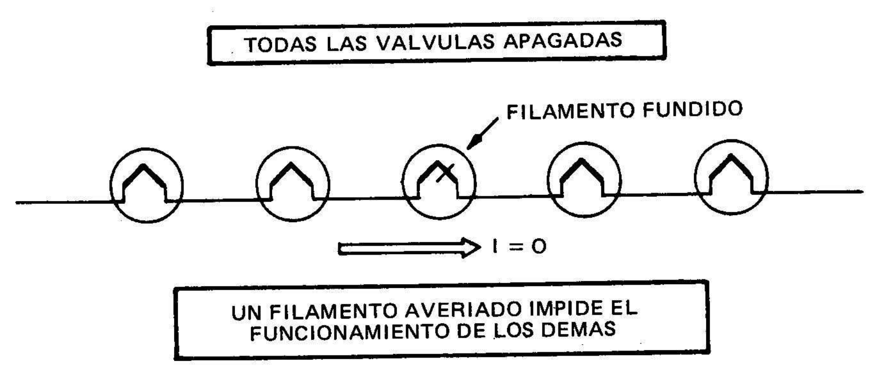


Fig. T2-6

El procedimiento más simple para encontrar la válvula rota consiste en comprobar con el polímetro la resistencia existente entre las patitas de los filamentos, que en la serie Noval son siempre la 4 y la 5. La válvula cuya resistencia de filamento marque infinito será la fundida o defectuosa.

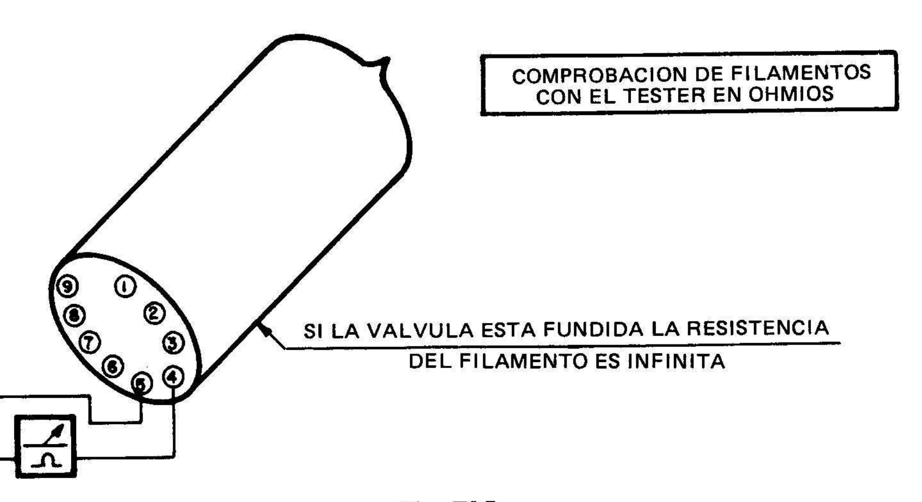


Fig. T2-7

A veces en circuitos complejos formados por muchas válvulas, como sucede en un televisor, el procedimiento anterior resulta largo y engorroso, pudiendo utilizarse otro más rápido, el cual se basa en que aunque en un circuito serie no circule corriente, si alguno de los componentes está abierto la tensión va pasando por los que están en buen estado sin caída alguna, hasta llegar al abierto, en la entrada del cual existirá dicha tensión pero no en la salida.

Si la tensión que alimenta la serie de filamentos es alterna se coloca una de las puntas de prueba del polímetro, en la escala ACV, en el chasis o tierra del aparato, mientras que con la otra se va comprobando la tensión existente en las patas 4 y 5 de cada válvula. Si los filamentos de las válvulas funcionan correctamente cada uno absorberá la tensión indicada por el fabricante o el manual de válvulas, pero si existe alguna fundida y no puede circular corriente por ninguna, los filamentos de las válvulas que hay delante de la fundida no absorben tensión y la fundida tendrá voltaje en la entrada, pero no en la salida, como se indica en el siguiente esquema.

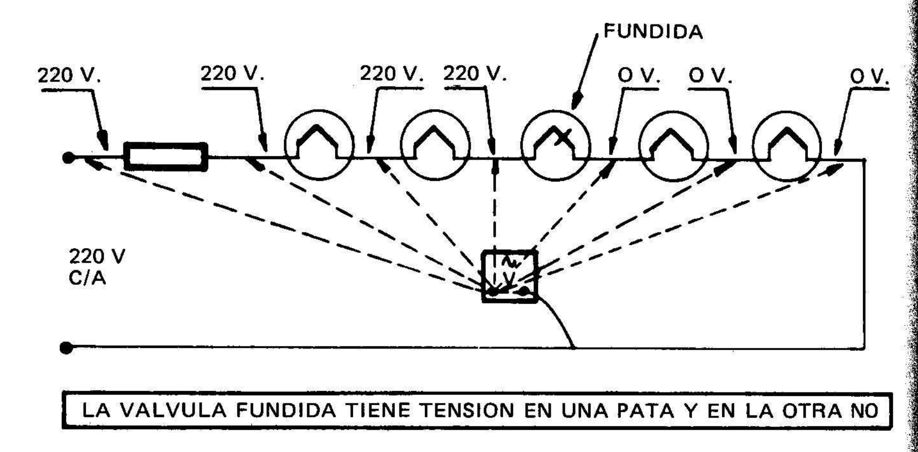


Fig. T2-8

Una vez encontrada por este procedimiento la válvula supuestamente averiada, que será aquélla que tenga tensión en una de

sus patas y no en la otra, para mayor seguridad se comprobará posteriormente en ella, con el polímetro, la resistencia interna de su filamento.

B) Circuitos paralelo

Cuando los filamentos están conectados en paralelo con la correspondiente línea de tensión, cada uno de ellos es independiente del estado de los restantes y sólo la válvula defectuosa permanecerá apagada, mientras que el resto de los filamentos se caldearán normalmente.

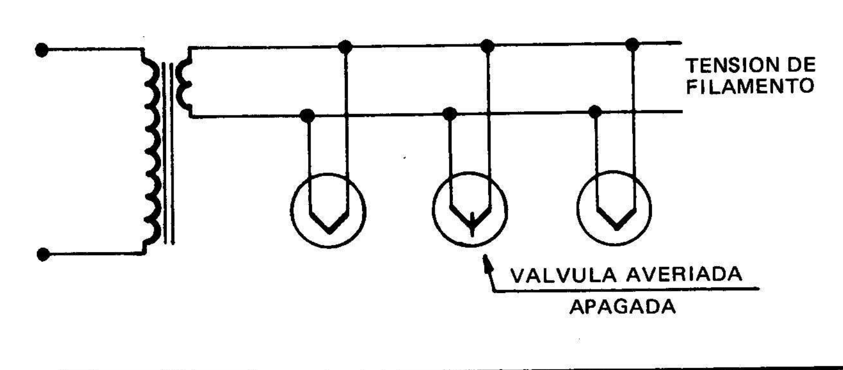


Fig. T2-9

La válvula cuyo filamento no se enciende se comprueba por medio del polímetro, midiendo la resistencia como se ha indicado antes.

MONTAJE PRACTICO DEL CALDEO DE FILAMENTOS

Se trata de montar en un chasis metálico el correspondiente circuito práctico de filamentos ya comentado.

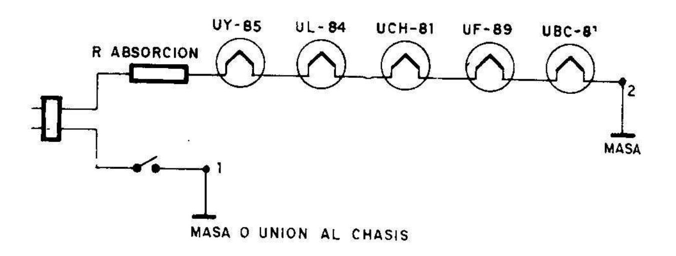


Fig. T2-10

Los puntos 1 y 2 del esquema deben estar unidos, pero al encontrarse bastante alejados en el chasis, para evitar colocar entre ellos un cable largo que los una, se usa el mismo chasis de metal como conductor. Estas conexiones al chasis se denominan profesionalmente «masas» o «tierras». Véase Apéndice V.

MONTAJE EN SERIE DE FILAMENTOS QUE PRECISAN DIFERENTES CORRIENTES DE CALDEO

A veces en un circuito ha de sustituirse una válvula por otra equivalente o en otros casos interesa que en el montaje exista alguna válvula con diferente corriente de caldeo de filamentos que las restantes; también en este caso puede realizarse el montaje en serie de todos los filamentos.

Supongamos que en el circuito de filamentos calculado se desee sustituir la válvula rectificadora de media onda UY 85 por otra de doble onda, como la EZ 81, para obtener una corriente de salida más pura. Los filamentos de la EZ 81 requieren una corriente de 1 A y una tensión de 6,3 V, y lo ideal para no transformar mucho el montaje sería colocar en serie con los restantes el filamento de la nueva válvula. El circuito preciso para conseguir este fin es el siguiente.

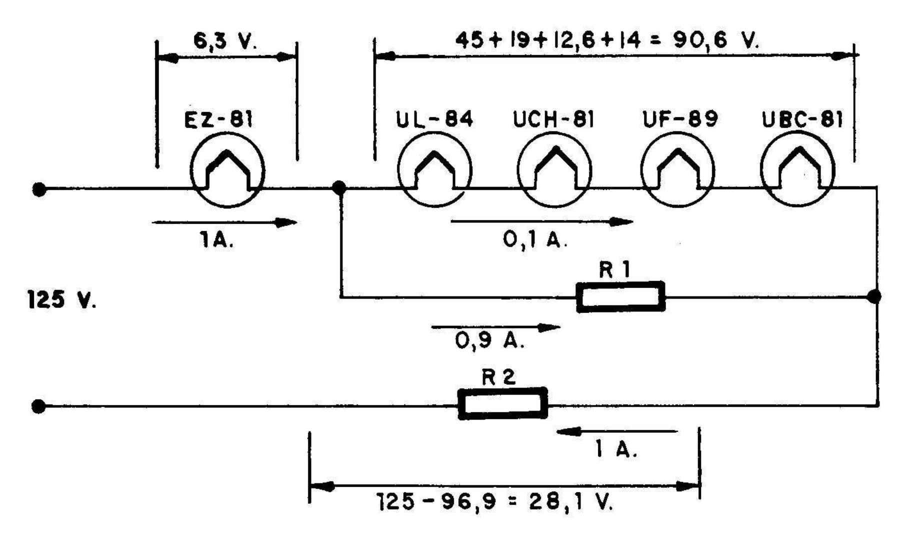


Fig. T2-11

La resistencia R_1 deriva una parte de la corriente total, haciendo que sólo 0,1 A pasen por los filamentos que tiene en paralelo con ella. Como la válvula del circuito anterior, UY 85, consumía 38 V y la nueva, EZ 81, sólo requiere 6,3 V, hemos de colocar otra resistencia R_2 para que absorba la tensión diferencia entre la red y la que solicitan las válvulas. Los cálculos de estas dos resistencias son los siguientes, siempre utilizando la ley de Ohm:

$$R_1 = \frac{V}{I} = \frac{90,6}{0,9} = 100\ \Omega$$

$$\text{Potencia de } R_1 = V \cdot I = 90,6 \cdot 0,9 = 8,1\ \text{W}$$

$$R_2 = \frac{V}{I} = \frac{28,1}{1} = 28,1\ \Omega$$

$$\text{Potencia de } R_2 = V \cdot I = 28,1 \cdot 1 = 28,1\ \text{W.}$$

EL ENCENDIDO BRUSCO INICIAL DE LOS FILAMENTOS

Es curioso observar que al conectar la tensión a la serie de filamentos se produce en un principio una fuerte iluminación de ellos, reduciéndose hasta normalizarse paulatinamente. Este fenómeno es debido a que los filamentos en frío tienen menos resistencia que cuando funcionan y están calientes; por eso al principio dejan pasar una gran intensidad, que los pone muy incandescentes y luego, conforme pasa el tiempo, al crecer la temperatura y la resistencia, la corriente se reduce hasta el valor establecido.

LECCION **3**

MONTAJE DE UNA FUENTE DE ALIMENTACION UNIVERSAL

INTRODUCCION

Se trata de montar una fuente de alimentación completa para un receptor de radio superheterodino, del que en el tema anterior se ha diseñado el caldeo de filamentos, el cual se considera parte de la fuente de alimentación. La otra parte es la que corresponde al circuito rectificador de c.a. y que proporciona la c.c. El esquema del circuito de filamentos, calculado para una tensión de red de 220 V, fue el siguiente.

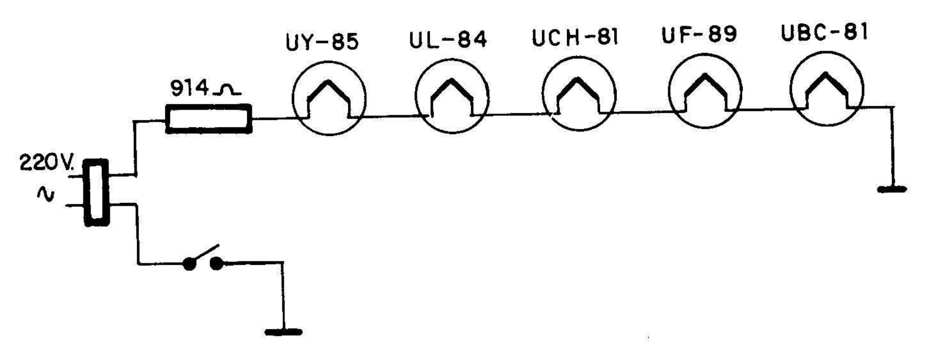


Fig. T3-1

En los receptores de radio, se coloca una lamparita piloto que alumbra la zona del cuadrante de sintonía, que es por el que la aguja se desliza al sintonizar las diversas emisoras, y que también tiene como misión indicar al usuario que está cerrado el interruptor de puesta en marcha y entra corriente al aparato. Utilizaremos una lamparita piloto de 130 V y 30 mA, por lo que habrá de conectarse detrás de la resistencia de absorción, donde existen unos 128,6 V (fig. T3-2).

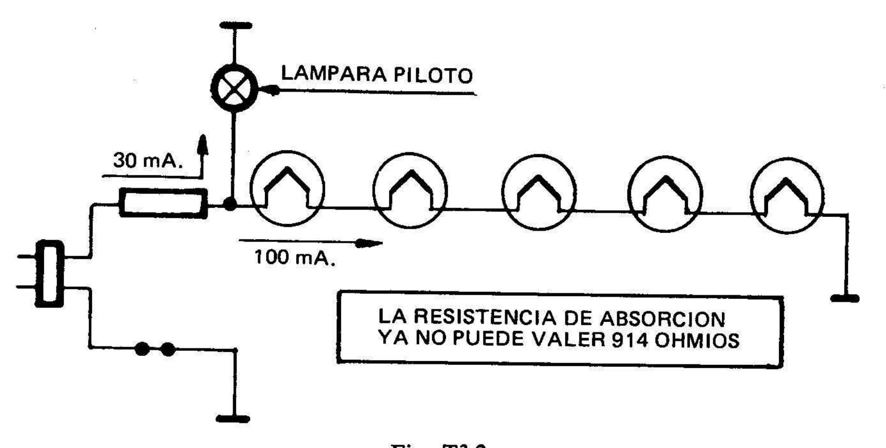


Fig. T3-2

Si la lamparita piloto funcionase con 220 V se podría colocar delante de la resistencia de absorción y no alteraría su valor. En el circuito de la figura anterior, al colocar la lamparita, la intensidad que pasa por la resistencia ya no es de 100 mA, sino de 130 mA, y el valor antes calculado de 914 Ω ya no es válido. El valor de la nueva resistencia de absorción será, según fig. T3-3:

$$R = \frac{V_1 - V_2}{I} = \frac{91,4}{0,130} = \simeq 700 \ \Omega$$

Se advierte que esta resistencia no será la definitiva, pues por ella pasará más corriente aún: concretamente, la que suministra el circuito rectificador de c.c., que se explica a continuación.

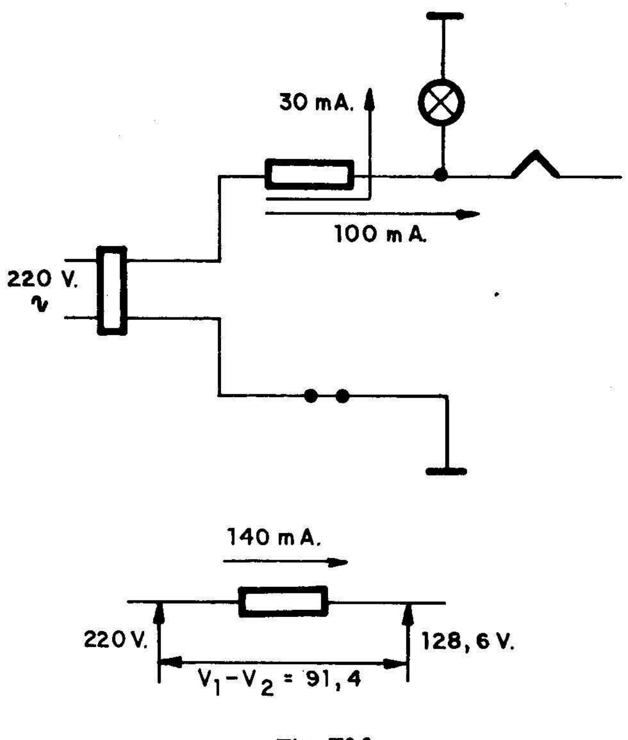
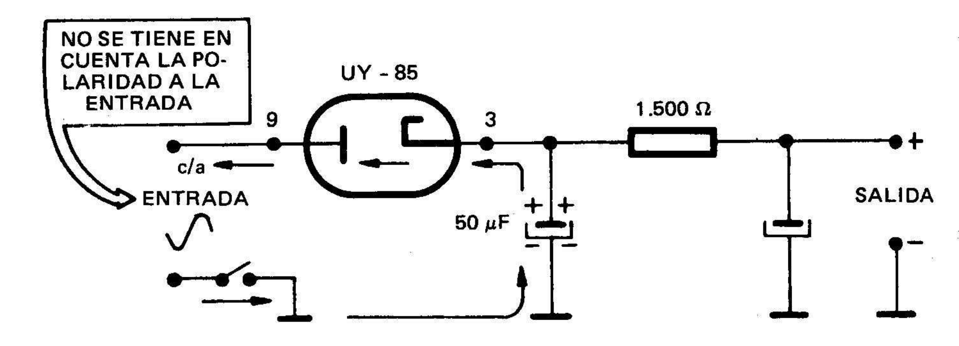


Fig. T3-3

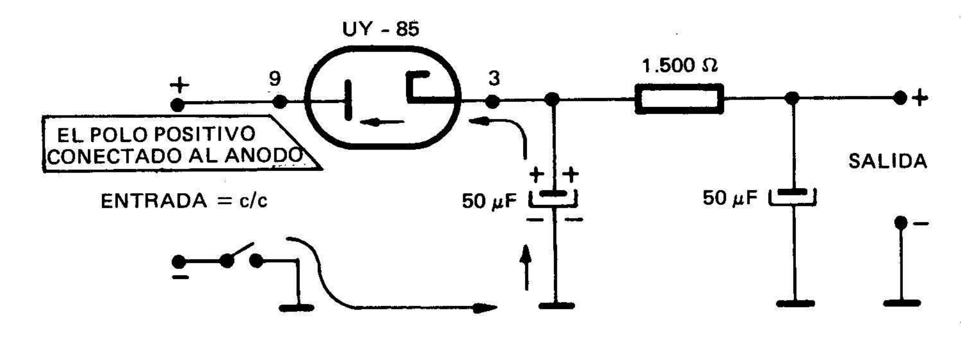
FUENTE DE ALIMENTACION UNIVERSAL

Se denomina «universal» porque este tipo de fuentes puede ser alimentado indistintamente con c.a. o con c.c., pero obteniéndose siempre en su salida c.c. En la figura siguiente se representa en principio el esquema de la fuente universal alimentada con c.a. y, debajo, el esquema alimentado con c.c. En el primer caso el diodo UY 85 conducirá durante los semiciclos positivos, o sea, cuando su placa, que es la patita 9, sea positiva respecto al cátodo; la corriente que circula cargará el condensador de entrada de filtro según las flechas dibujadas en el esquema. Cuando se aplica al circuito c.c. hay que tener cuidado de conectar el polo positivo de la alimentación al ánodo del diodo, circulando por

él constantemente corriente que cargará el condensador de entrada de filtro, produciendo también c.c. en la salida.



FUENTE DE ALIMENTACION UNIVERSAL CON ENTRADA A c.a.



FUENTE DE ALIMENTACION UNIVERSAL CON ENTRADA DE c.c.

Fig. T3-4

La alimentación que se aplica a la placa de la UY 85 es la misma que la proporcionada a los filamentos de 128,6 V; por eso el ánodo de la UY 85 está conectado detrás de la resistencia de absorción (fig. T3-5).

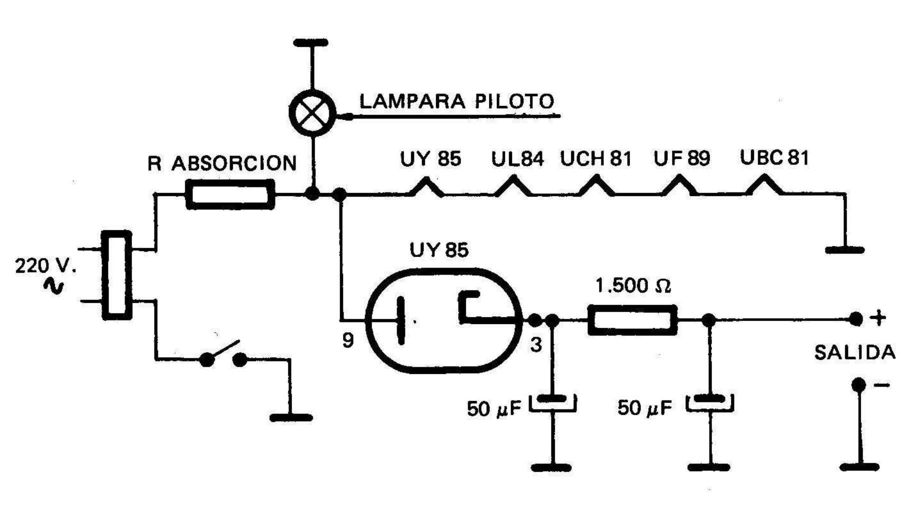


Fig. T3-5

Por la resistencia de absorción pasará una corriente que será la suma de las tres siguientes, mostradas en la figura T3-6.

1.ª) Los 100 mA que requieren la serie de filamentos.

2.ª) Los 30 mA que absorbe la lamparita piloto.

3.ª) Los 60 mA que debe proporcionar el circuito rectificador a la carga que se le conecte en paralelo.

El valor de la nueva resistencia de absorción, teniendo en cuenta la suma de las tres componentes anteriores, es:

$$R = \frac{V_1 - V_2}{I} = \frac{91,4}{0,190} = 500\ \Omega$$

$$\text{Potencia} = V \cdot I = 91,4 \cdot 0,19 = 17,3\ \text{W}.$$

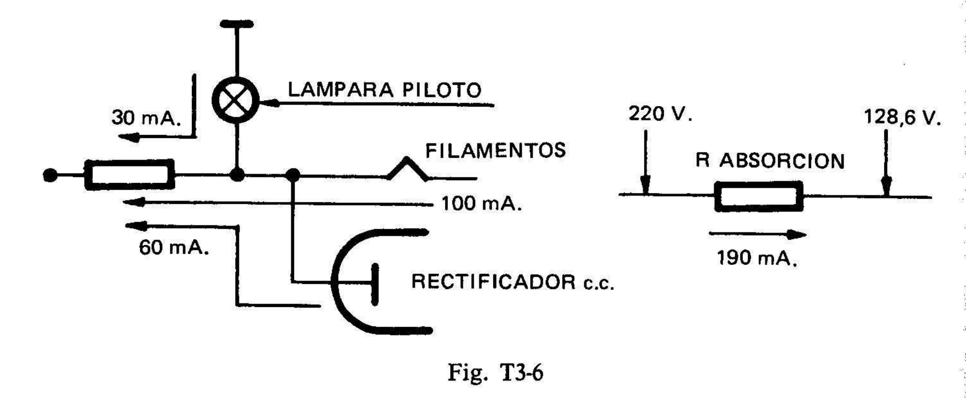


Fig. T3-6

Detrás del diodo rectificador y para reducir el zumbido se coloca un filtro en π $R-C$, compuesto por dos condensadores electrolíticos de 50 μF, que suele ser un condensador doble con la armadura negativa común, constituida por recipiente metálico exterior, que puede ir atornillado al chasis y, por tanto, en íntimo contacto con él, así como una resistencia de 1.500 Ω (fig. T3-8). Ver detalles del montaje práctico en el Apéndice V.

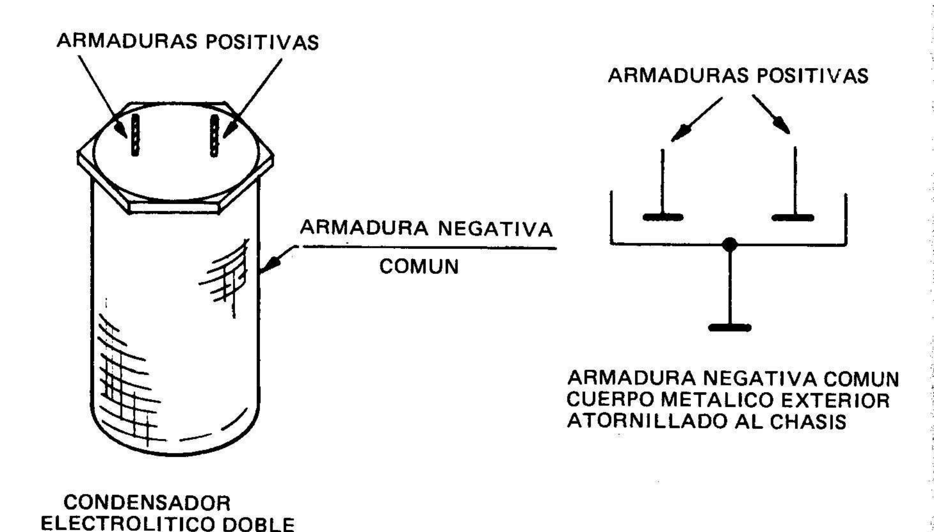


Fig. T3-7

COMPROBACION Y MEDIDA DE TENSIONES EN LA FUENTE

Una vez montados y soldados los componentes de la fuente hay que medir con el polímetro las tensiones en todos sus puntos, para comprobar su funcionamiento.

La tensión continua que debe obtenerse a la salida de la fuente, cuando no tiene conectada ninguna carga, es la de pico de la c.a. que alimenta la rectificadora, o sea, $128{,}6 \times 1{,}4 = 180$ V.

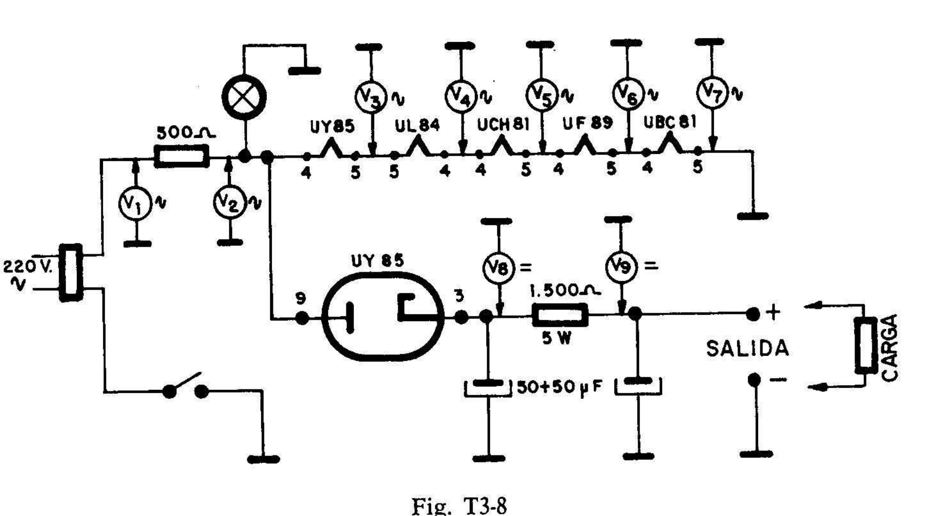


Fig. T3-8

Todas las tensiones se toman respecto al chasis (tierra o masa), por lo que la punta negra o COMUN del polímetro irá sujeta en algún agujero del chasis, procurando que realice un buen contacto con él.

La tensión de entrada, V_1, la que hay detrás de la resistencia de absorción, V_2, y las de los filamentos, V_3, V_4, V_5, V_6, y V_7, son alternas, mientras que las existentes detrás del diodo, V_8 y V_9, son continuas. Entre estos dos tipos de tensiones y para evitar el deterioro del aparato de medidas hay que cambiar adecuadamente las escalas de utilización de este último.

Al colocar a la salida de la fuente una carga que consuma corriente, como lo puede ser una resistencia de 15 KΩ y 1 W, las tensiones consideradas antes varían. La primera causa de esta variación la tiene el incremento de corriente que atraviesa la resistencia de absorción y el consecuente aumento de la caída de tensión en ella, lo que origina la disminución de la que se aplica a los tres circuitos que hay a continuación: *a)* filamentos; *b)* lámpara piloto, y *c)* circuito rectificador de c.c. También hay que tener en cuenta la caída de tensión que se produce en la resistencia de filtro de 1.500 Ω.

Es muy interesante volver a medir las tensiones en el nuevo circuito, al que se ha añadido la resistencia de carga a la salida de la fuente, para obtener las diferencias con las obtenidas en el caso anterior en que no existía resistencia.

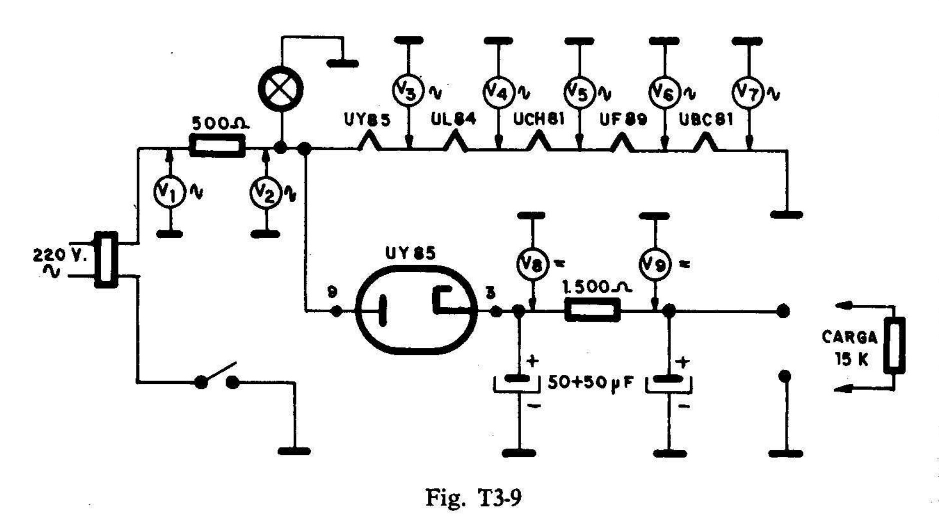


Fig. T3-9

Si en lugar de colocar como carga una resistencia de 15 KΩ se coloca otra de distinto valor, todas las tensiones, tanto las de c.a. como las de c.c., se alterarán a consecuencia de la variación de corriente que experimentan la resistencia de absorción y la de filtro.

LECCION 4

MONTAJE DE UNA FUENTE DE ALIMENTACION DE DOBLE ONDA

INTRODUCCION

Para esta práctica vamos a utilizar la válvula doble diodo EZ 81, cuyas características y curvas de funcionamiento se han expuesto anteriormente. Recuérdese que por comenzar la deno-

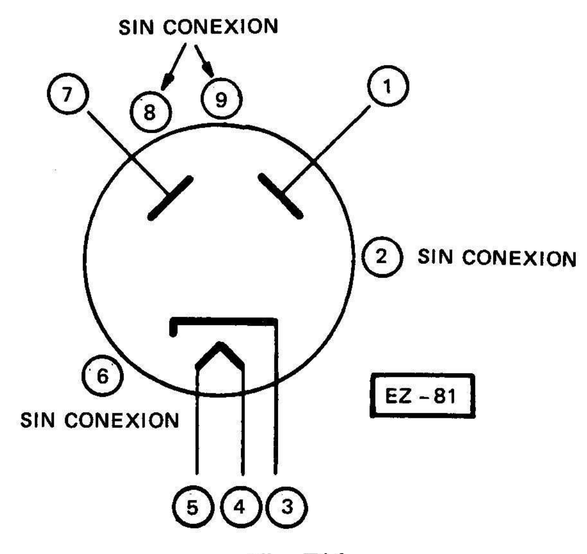


Fig. T4-1

minación con la letra E necesita 6,3 V para el caldeo de sus filamentos y por terminar con la cifra 81 es de la serie Noval de 9 patitas en las que la 4 y la 5 son las de los filamentos. La letra Z indica la constitución interna de doble diodo. El esquema práctico de la constitución de esta válvula es el de la fig. T4-1.

Entre los datos que proporciona el Manual de válvulas figuran los correspondientes al trabajo de ésta con dos secciones del secundario del transformador con toma media, bien de 250, 350 ó 450 V, según las indicaciones especificadas en el primer tema de Tecnología y Práctica de este tomo. Se proponen dos posibilidades: usar como entrada de filtro un condensador o una inductancia. En el primer caso las tensiones continuas obtenidas serán mayores que en el segundo, a la vista de las correspondientes curvas características ya expuestas, pero el zumbido también será mayor: concretamente, eligiendo un transfirmador con dos devanados secundarios de 250 V cada uno y utilizando condensador como entrada de filtro se alcanzarán 245 V de c.c., mientras que usando inductancia serán sólo 199 V, si bien la corriente continua máxima, en el primer caso de 160 mA, será algo inferior a la del segundo, de 180 mA.

Si suponemos que lo que se trata de conseguir son altas tensiones de salida, despreciando los valores de las corrientes y zumbidos, elegimos un filtro con entrada por condensador para un transformador cuyo secundario está dividido en dos devanados de 250 V cada uno y cuyo primario se alimenta con 220 V.

COMENTARIO A LAS CURVAS CARACTERISTICAS DE LA EZ 81

La curva A mostrada en el primer tema de esta segunda parte de este tomo representa la corriente de ánodo I_a para cada valor de la tensión V_a existente entre los electrodos de la válvula, o sea, entre ánodo y cátodo. Ver figura T1-8.

Según el esquema de la figura siguiente, hay que tener en cuenta que de la tensión aplicada en cada instante, V_e, una parte, V_c, quedará en la carga del diodo, es decir, en el condensador de entrada de filtro y el resto entre ánodo y cátodo de la válvula, V_a.

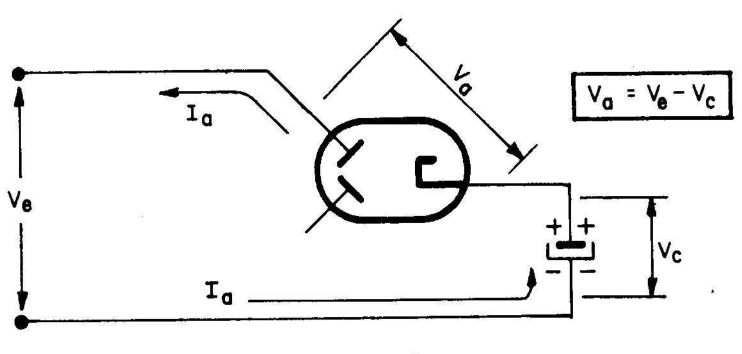


Fig. T4-2

Por ejemplo, si el condensador se está cargando en un instante con una corriente $I_a = 100$ mA, que será la que le pida la carga a la que se quiere alimentar, la tensión que queda entre ánodo y cátodo será $V_a = 15$ V, lo que se desprende de la observación de la curva A de la válvula EZ 81 en la figura T1-8.

La curva B (figura T1-9) demuestra las ventajas del filtro con entrada por inductancia, en el que la intensidad continua de salida, I_o, es prácticamente invariable de 90 mA, aunque la tensión eficaz del transformador varíe de 0 a 350 V. La corriente I_o en el caso de utilizar filtro con entrada o condensador fluctúa entre 90 y 70 mA.

En la curva C se representan los valores obtenidos de tensión continua, V_o, y las corrientes que les corresponden, I_o, en los tres casos que se analizan, para 250, 350 y 450 V. Así, para obtener una tensión V_o de 300 V, con condensador de entrada de filtro de 50 μF, la corriente que suministra, I_o, es de 50 mA, en el caso de utilizar un secundario con dos devanados de 250 V cada uno. Las curvas de trazo lleno corresponden a un condensador de filtro de 50 μF y las de trazo discontinuo 8 μF. Ver figura T1-10.

Las curvas del gráfico D equivalen a las del C, pero para un filtro con entrada por inductancia. Estas curvas son más horizontales que las precedentes, lo que significa que las tensiones V_o que se obtienen por este procedimiento se mantienen más constantes, aunque haya variaciones importantes del consumo de in-

tensidad. Hay un abanico de rectas que se corresponden con los puntos de trabajo para los valores de las inductancias más representativas, como son 1, 2, 3, 5 y 10 H. Ver figura T1-11.

CONSTRUCCION DE LA FUENTE DE ALIMENTACION

A) Elección del transformador

Su peculiaridad primordial es la de poseer en el secundario dos devanados iguales, separados por una toma media o central.

Elegiremos un transformador cuyas dos secciones del secundario proporcionen cada una 250 V y cuyo primario pueda conectarse a la tensión de red de 125 ó 220 V, según la toma que elijamos.

También deberá poseer el transformador un secundario independiente que produzca una tensión de 6,3 V, para la alimentación propia del filamento de la EZ 81 y de las válvulas restantes, si comienzan también por la letra E precisan la misma tensión de caldeo y pueden colocarse en paralelo con estos dos extremos del secundario que dan 6,3 V, mostrados en la figura T4-3.

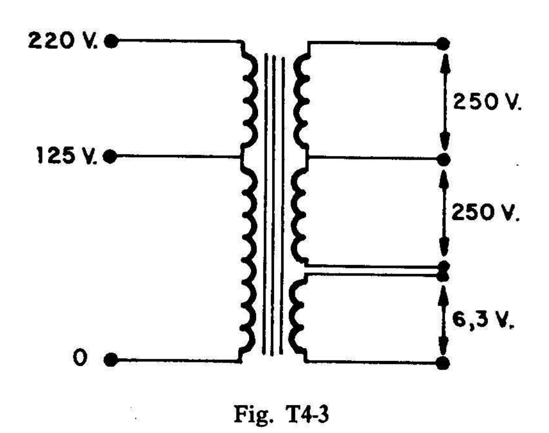


Fig. T4-3

B) Elección de la válvula

La EZ 81 puede rectificar con cada uno de sus diodos las dos tensiones de 250 V que se obtienen en el secundario, obteniendo una corriente máxima en la salida de 160 mA, bastante superior a las pretensiones que se prevén para la alimentación de la carga. Mediante la consulta a las curvas características de esta válvula puede establecerse con bastante aproximación el funcionamiento definitivo de la fuente.

C) Elección del filtro

De las dos posibilidades que se apuntan en el manual de válvulas, el filtro con entrada por condensador nos resulta más idóneo, ya que en nuestro caso nos interesan altas tensiones continuas de salida, aunque sean bastante inestables debido a las variaciones de corriente que abastecen a la carga.

El filtro en π $R — C$ con entrada por condensador tiene como características esenciales, comparadas con los que usan choque o bobina en el filtro, las siguientes:

1) Ocupa menos espacio.

2) Es más económico.

3) No produce interferencias magnéticas.

4) Da mayor voltaje de componente continua.

5) Es poco estable, lo que significa que varía la tensión de salida al hacerlo la corriente que absorbe la carga.

6) Se pierde en calor un porcentaje elevado de la tensión continua en la resistencia del filtro.

Siguiendo las normas que indica el fabricante en el manual de válvulas elegimos un condensador de entrada de filtro de 50 μF, que es la mayor capacidad permitida, con lo que se reduce notablemente el zumbido. Este condensador ha de poderse cargar y resistir voltajes de hasta $250 \times 1{,}4 = 350$ V. La resistencia que se coloca entre los dos condensadores electrolíticos que forman el filtro en π se elegie en la práctica de un valor comprendido entre 1.000 y 1.500 Ω; en nuestro caso elegimos una resistencia de 1.000 Ω para que la caída de tensión continua en ella sea reducida, pues, como hemos indicado, antes el fin que persigue esta

fuente es obtener una alta tensión en la salida. Si el consumo de corriente va a ser del orden de 50 mA, la disipación necesaria en la resistencia será de $W = I^2 \cdot R = 0{,}05^2 \cdot 1.000 = 2{,}5$ W.

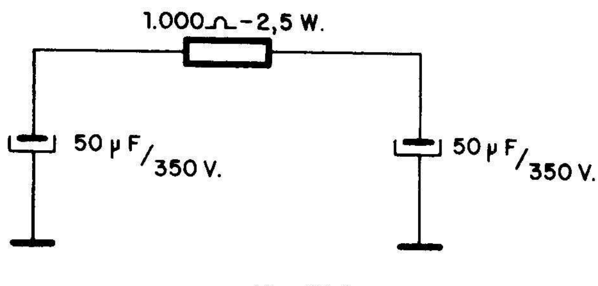


Fig. T4-4

Una vez seleccionadas las tres partes de que se compone la fuente: transformador, válvula rectificadora y filtro, se puede proceder al montaje, que se corresponderá con el siguiente esquema.

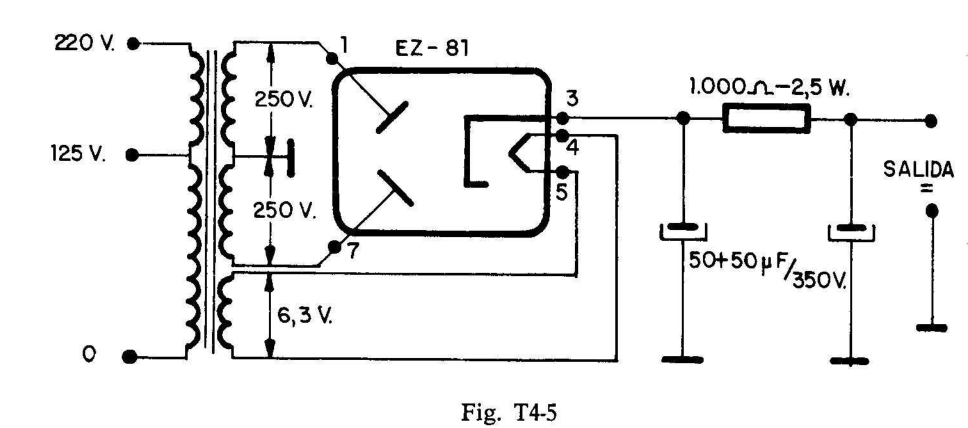


Fig. T4-5

En la práctica se colocan, además de los componentes primordiales de que se compone la fuente, un interruptor y un fusible

de protección del circuito para cualquier sobrecarga o cortocircuito, quedando el circuito completo preparado para una tensión de entrada de red de 220 V de la siguiente forma.

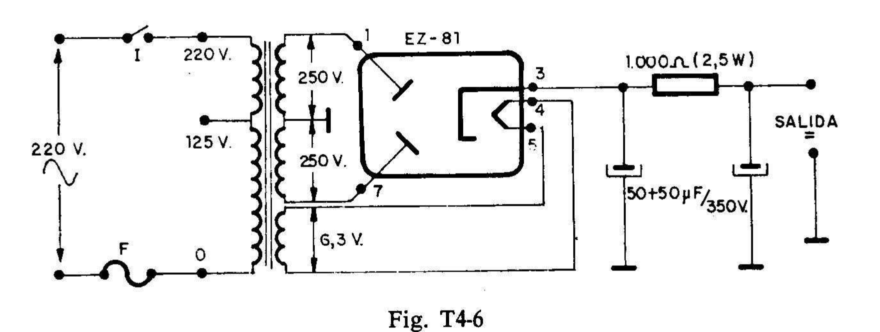


Fig. T4-6

LECCION 5

MANEJO DE DIODOS SEMICONDUCTORES O DE ESTADO SOLIDO

CARACTERISTICAS DE LOS SEMICONDUCTORES

El Manual de válvulas es un libro que recoge las características más importantes de las válvulas existentes en el mercado, proporcionadas por lo general por los mismos fabricantes. En él viene indicado a qué electrodo corresponde cada patita de la válvula, las resistencias de polarización aconsejadas, caldeo de filamento, tensiones y corrientes máximas, equivalencias y remplazos, etc. Este libro es indispensable en el taller electrónico, al igual que el que proporciona las mismas especificaciones para los componentes de estado sólido o semiconductores en general.

Los diodos de estado sólido más utilizados son los formados por materiales semiconductores: germanio y silicio. Están constituidos por la unión de dos trozos de estos materiales, llamados de tipo *P* y *N*, a base también de germanio o silicio, pero con la adición de impurezas. Al poner en contacto íntimo un trozo de semiconductor de tipo *P* con otro de tipo *N* dan lugar a un elemento que se comporta de manera similar a las válvulas diodo, por lo que recibe el nombre de diodo semiconductor o de estado sólido, el cual presenta poca resistencia al polarizarle directamente, lo que significa que el polo positivo se aplica al semicon-

ductor de tipo *P* y el negativo al de tipo *N*, pero al cambiar la polaridad, la resistencia que presenta al paso de corriente este componente es elevadísima. Es como si al compararlo con la válvula diodo ya conocida el semiconductor de tipo *N* actuase como cátodo y el *P* como placa.

Al elegir un diodo semiconductor para trabajar en un circuito, las características más importantes que han de tenerse en cuenta son las siguientes:

a) Corriente directa, I_D o I_F, siendo la abreviatura D procedente de la palabra castellana *directa* y F del inglés *forward.*

La corriente directa tiene limitación, porque provoca un aumento de temperatura de la unión *N - P*. Los diodos de germanio soportan hasta los 100° C con una corriente media de hasta 80 A, mientras que los de silicio aguantan 200° C con corrientes medias de hasta 300 A.

b) Tensión inversa ($-V_D$ o V_R) (R = retroceso).

Esta limitación es debida a los riesgos de ruptura de la unión *N - P*. Las tensiones máximas inversas de los diodos de silicio son del orden de los 1.000 V y en los de germanio, de 300 V.

c) Frecuencia de trabajo.

Entre la zona *N* y la *P* hay una barrera de potencial que se considera aislante y forma un pequeño condensador ficticio, comportándose como armaduras del mismo las zonas *N* y *P*, y como dieléctrico la zona central neutra. Esta capacidad, que como se sabe presenta poca resistencia al paso de señales de alta frecuencia, aplicar su fórmula de la reactancia capacitiva $X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$, limita las frecuencias de trabajo hasta unos 50.000 Hz en el caso del germanio, mientras en el silicio no llega a los 20.000 Hz.

¿GERMANIO O SILICIO?

De la relación anterior de características se desprende una diferencia sustancial entre el comportamiento de los semiconductores, según estén constituidos por germanio o silicio.

Los diodos de germanio cuando están polarizados directamente absorben muy poca tensión, menos que los de silicio; además, pueden trabajar en frecuencias más altas; sin embargo, soporta tensiones de trabajo e inversas menores que el silicio.

Para la rectificación de altas frecuencias de poca potencia se usan los diodos de germanio y para las bajas frecuencias de tipo industrial, que requieren altas potencias, los de silicio.

COMPROBACION DEL ESTADO DE UN DIODO

Según el estado de la unión interna del diodo semiconductor, ésta puede presentar dos casos típicos de avería:

1.ª) Que la unión conduzca en los dos sentidos, caso en el cual se dice que el diodo está en cortocircuito.

2.ª) Que la destrucción de la unión haya llevado al aislamiento de las dos zonas, con lo que el diodo no conduce en ninguna dirección y se dice que está abierto.

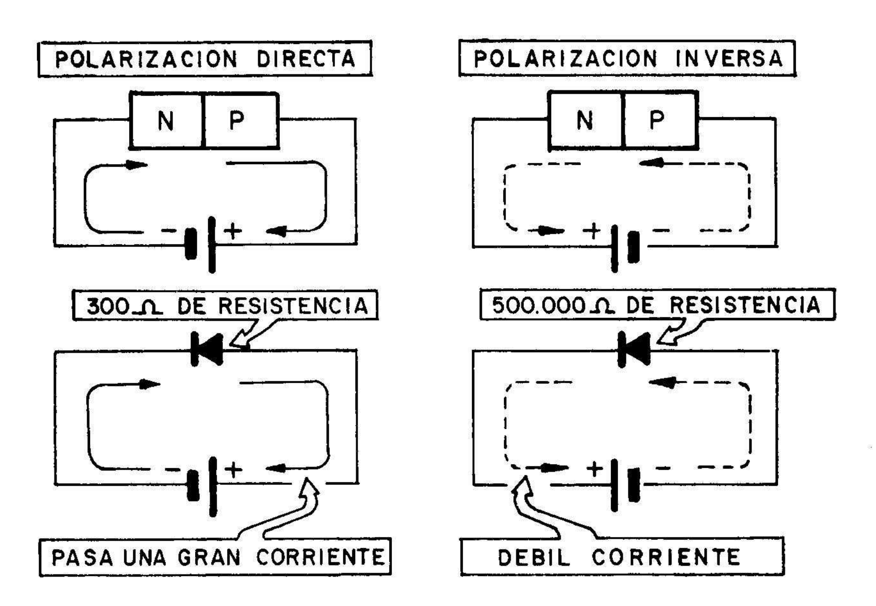


Fig. T5-1

Para comprobar el estado de un diodo se mide su resistencia con el polímetro, teniendo en cuenta que el aparato de medida utiliza en la escala de Ω una pila interna, cuyos polos quedan conectados a las puntas de prueba (generalmente, el polo positivo a la punta negra y el negativo a la roja), es decir, al revés de como se deben aplicar las puntas cuando se miden tensiones continuas. Ver figura T5-1.

Se toca con una de las puntas del polímetro (escala de Ω) un extremo del diodo y con la otra, el otro, anotando la resistencia que marca la aguja. Luego se intercambian entre sí las puntas del polímetro y se vuelve a comprobar la resistencia que marca la aguja del aparato. Si las dos resistencias son de valor nulo, el diodo está en corto, y si las dos resistencias tienen infinitos ohmios, el diodo está abierto. El semiconductor sólo estará en perfectas condiciones cuando al colocar las puntas de prueba en una posición que lo polarice directamente (positivo al *P* y negativo al *N*) la resistencia sea muy baja, del orden de unos pocos cientos de ohmios, y al cambiar entre sí las puntas de prueba y quedar polarizado inversamente el diodo, su resistencia sea elevadísima, del orden de casi 1.000.000 Ω, según figura T5-2.

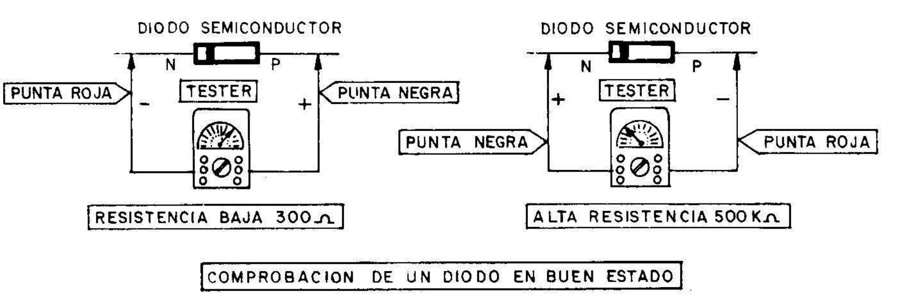


Fig. T5-2

En algunos casos la cápsula del diodo de estado sólido suele tener dibujado el símbolo del diodo y la posición de sus electrodos, aunque en otros, en uno de sus extremos, existe una raya que indica el terminal correspondiente al cátodo o zona *N* del diodo, como se muestra en la figura T5-3.

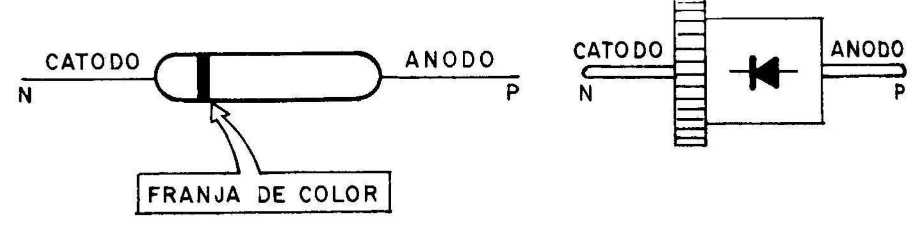


Fig. T5-3

CURVA CARACTERISTICA DE UN DIODO SEMICONDUCTOR

Para dibujar algunos puntos del funcionamiento del diodo cuando está polarizado directamente y representarlos en unos ejes de ordenadas, se construye un circuito muy simple, con el que se logra variar la polarización del diodo. El método que se expone consta de una pila de 4,5 V, en paralelo con un potenciómetro de 1 KΩ, en cuyo cursor existirá una tensión proporcional al giro de su eje; también se precisan dos polímetros y una resistencia de 22 Ω que se coloca en serie con el diodo para evitar que circule una corriente excesiva, según la figura T5-4.

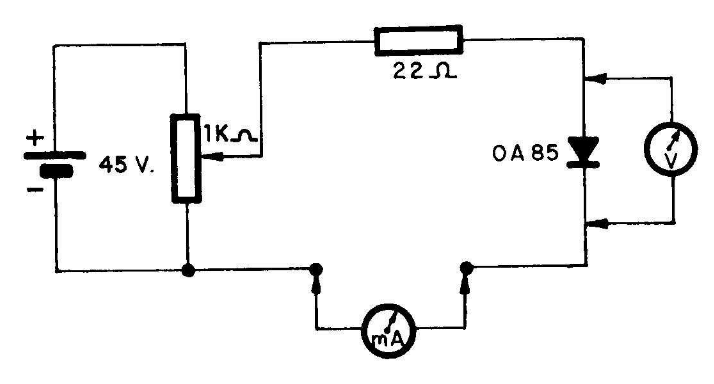


Fig. T5-4

Al variar la posición del cursor del potenciómetro se polariza con diferentes tensiones el circuito y también el diodo, tensión

esta última que mide el polímetro colocado en la escala de voltios, así como el otro aparato de medida controla los mA que circulan por el diodo y, por tanto, por el circuito externo.

Como dato orientativo se proporciona la siguiente tabla de valores de voltajes y corrientes obtenidas mediante esta experiencia y con un diodo de germanio del tipo OA 85.

VOLTAJE EN EL DIODO	CORRIENTE EN mA
0,5	1,2
1	10,8
1,5	23
2	38
2,5	55

Fig. T5-5

Pasando estos cinco puntos del funcionamiento del diodo a un gráfico, la curva característica directa del diodo quedaría dibujada de la siguiente forma.

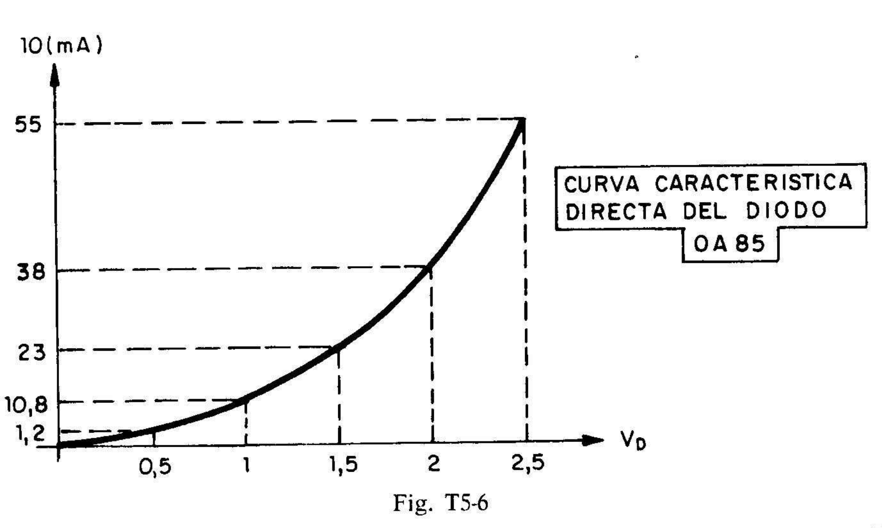


Fig. T5-6

Es importante tener en cuenta que en este tomo sólo se pretende estudiar someramente la utilización práctica de los diodos semiconductores. Su constitución, características y aplicaciones se desarrollarán ampliamente en el tomo dedicado a los semiconductores.

NOMENCLATURA DE LOS DIODOS SEMICONDUCTORES

En el código europeo moderno el nombre de los semiconductores suele venir definido por dos letras, seguidas de un número de serie.

PRIMERA LETRA	SEGUNDA LETRA	NUMERO DE SERIE
Sirve para indicar el material que constituye el semiconductor: A: De germanio. B: De silicio.	Indica la constitución y aplicación. A: Diodo protector. B: Diodo de capacidad variable. E: Diodo de túnel. X: Diodo multiplicador. Y: Diodo rectificador. Z: Diodo de Zener.	Tres cifras para los semiconductores usados en los aparatos domésticos. Una letra y dos cifras para semiconductores especiales, no usados en los aparatos domésticos.

EJEMPLOS:

A A 119. Diodo detector de germanio, de aplicaciones generales.

B Y 127. Diodo rectificador de silicio, de aplicaciones generales.

Al final de este tomo y a continuación de las válvulas diodos existe en el Apéndice una relación de las características principales de los diodos semiconductores más usuales.

LECCION 6

UTILIZACION DE LOS DIODOS SEMICONDUCTORES EN LAS FUENTES DE ALIMENTACION

SUSTITUCION DE LA VALVULA UY 85 POR UN DIODO DE SILICIO EN LA FUENTE DE ALIMENTACION UNIVERSAL

Se ha estudiado y calculado la fuente de alimentación para un receptor de radio de cinco válvulas, utilizando como rectificadora la UY 85, según el esquema que damos a continuación.

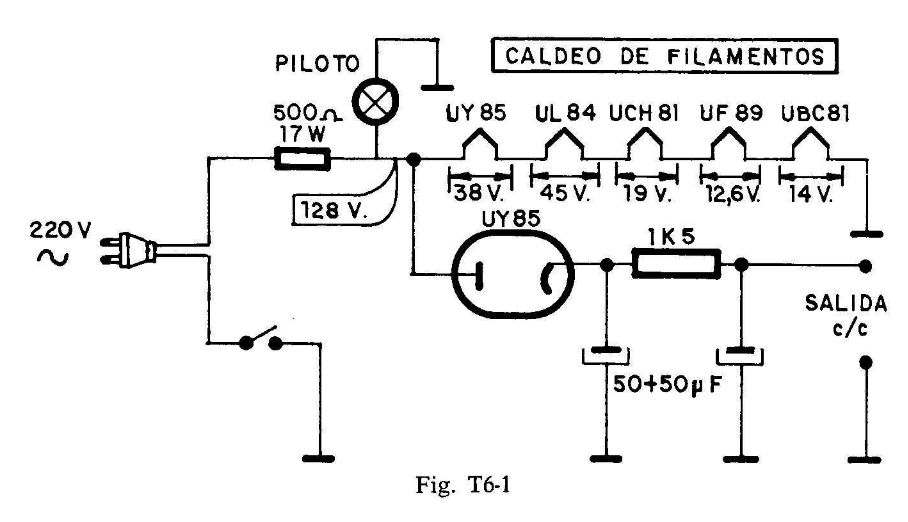


Fig. T6-1

Se pretende sustituir la UY 85 por un diodo de silicio que soporte la tensión y corriente máximas a que va a estar sometido en este circuito. Para evitar riesgos utilizaremos un diodo que aguante 300 V de tensión inversa máxima y una corriente de 0,5 A.

Al utilizar un diodo semiconductor que carece de filamentos hay que alterar el valor de la resistencia de absorción o colocar una resistencia en lugar del filamento de la UY 85 eliminada. En este último caso, de interesar no alterar ningún valor del circuito anterior, se coloca una resistencia que haga el mismo papel que el filamento de la UY 85.

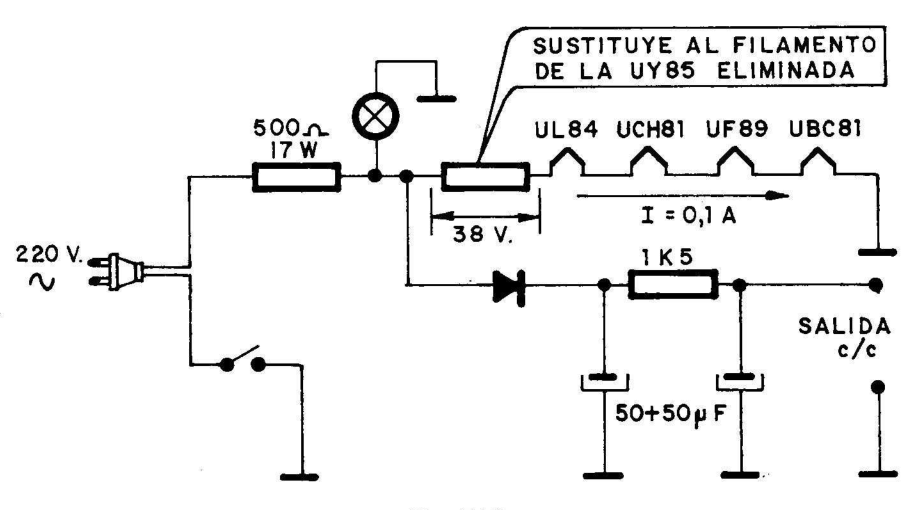


Fig. T6-2

El valor de la resistencia que remplaza el filamento de la UY 85 será:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{38}{0{,}1} = 380 \ \Omega$$

$$W = V \cdot I = 38 \cdot 0{,}1 = 3{,}8 \ \text{W}.$$

Otra solución puede ser alterar el valor de la resistencia de entrada o de absorción, para que detrás de ella sólo exista la

tensión que absorben los filamentos de las cuatro válvulas restantes:

UL 84	45 V
UCH 81	19 V
UF 89	12,6 V
UBC 81	14 V
TOTAL	90,6 V

Para rebajar los 220 V de la entrada hasta los 90,6 necesarios, la resistencia de absorción debe quedarse con un voltaje igual a la diferencia: 220 — 90,6 = 129,4 V. Por esta resistencia circulará no sólo la corriente de los filamentos de 0,1 A, sino también la de la lamparita piloto, que es de 30 mA, y la que consume la carga conectada a la salida del rectificador, que se eleva a 60 mA, en total, 190 mA.

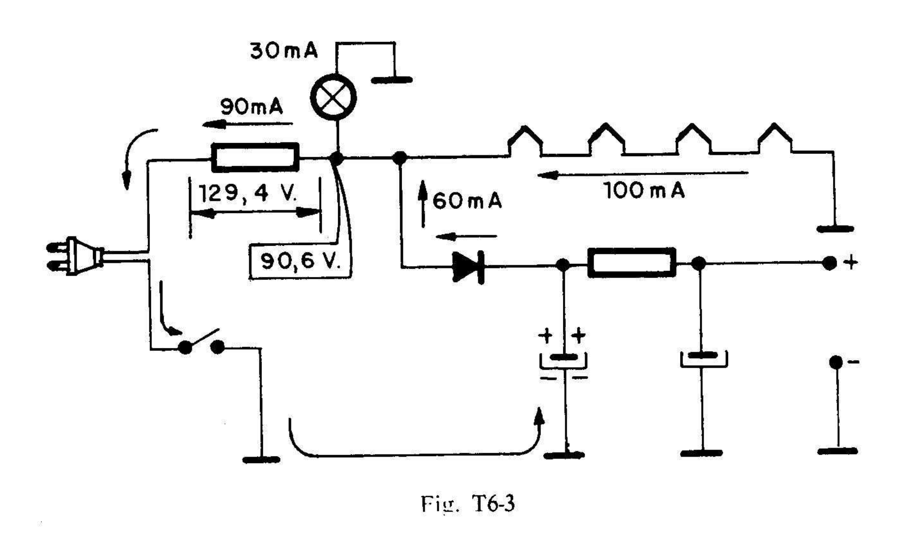


Fig. T6-3

Con este montaje, si bien los cuatro filamentos de las válvulas dispondrían de la corriente y voltaje apropiados, tanto la lámpara piloto como el circuito rectificador recibirían 90 V en lugar de los 128 previstos, lo cual produciría una luminosidad muy débil

en la lámpara piloto, y en el rectificador, salidas de componente continua más bajas que en el circuito anterior. Para evitar estas anomalías, esta nueva resistencia de descompondrá en dos, de forma que en su unión existirían los 128 V precisos para alimentar la piloto y el rectificador.

FUENTE DE ALIMENTACION DE DOBLE ONDA CON DIODOS DE ESTADO SOLIDO

El circuito es similar a los estudiados para el mismo fin con válvulas, sustituyendo el doble diodo que entonces usaba por dos diodos rectificadores de estado sólido, figura T6-4.

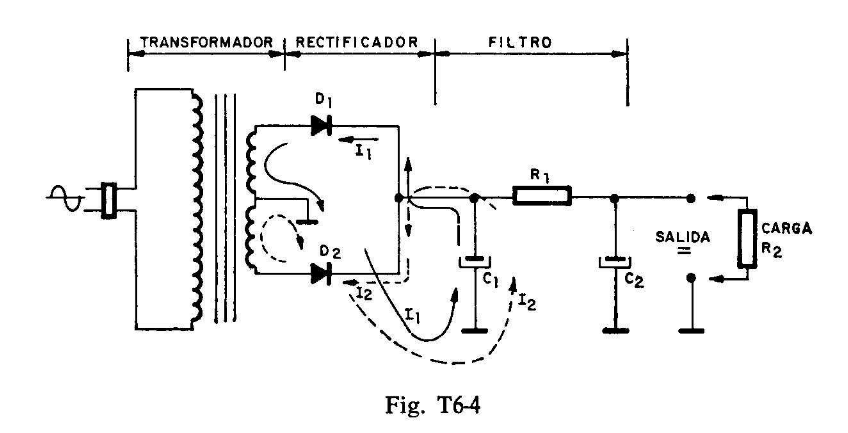


Fig. T6-4

El transformador se caracteriza por tener toma media en su secundario, lo que hace que la polaridad de sus bornes cambie en cada semiciclo respecto a la toma media central; por eso, cuando el borne susperior es positivo respecto a la toma media, queda polarizado directamente el diodo D_1 y circula la corriente I_1, que carga el condensador de filtro C_1; luego, en el siguiente semiciclo, quedará polarizado correctamente el diodo D_2 y circulará la intensidad I_2. Para rebajar el zumbido existente se coloca detrás de C_1 la resistencia R_1 y el condensador C_2, formando el conjunto un filtro en π R-C. La resistencia R_2 representa la carga que alimenta con la c.c. de la fuente.

Con este tipo de fuente la carga del condensador de filtro se realiza en ambos semiciclos y se consigue, además de una elevada componente continua, un zumbido o rizado muy pequeño.

FUENTE DE ALIMENTACION DE DOBLE ONDA EN PUENTE DE GRAETZ

Las características fundamentales de los diodos de estado sólido son las de su pequeño tamaño y escaso costo; por esta razón, y por la simplicidad de su montaje al no precisar caldeo de filamentos, carece de importancia aumentar el número de estos componentes. Si en lugar del voluminoso y caro transformador con toma media colocamos otros dos diodos, el conjunto de la fuente resultará más económico, pequeño y fácil de realizar las conexiones.

Los puentes de Graetz utilizan cuatro diodos para conseguir la rectificación en doble onda de la c.a., pero eliminan el transformador. La conexión de los cuatro diodos que se comenta viene ya realizada a menudo en fábrica, formando un dispositivo denominado puente de Graetz, con dos terminales para la entrada de la c.a. y otros dos para la salida de c.c. que alimenta la carga. El esquema general del puente de Graetz es el siguiente.

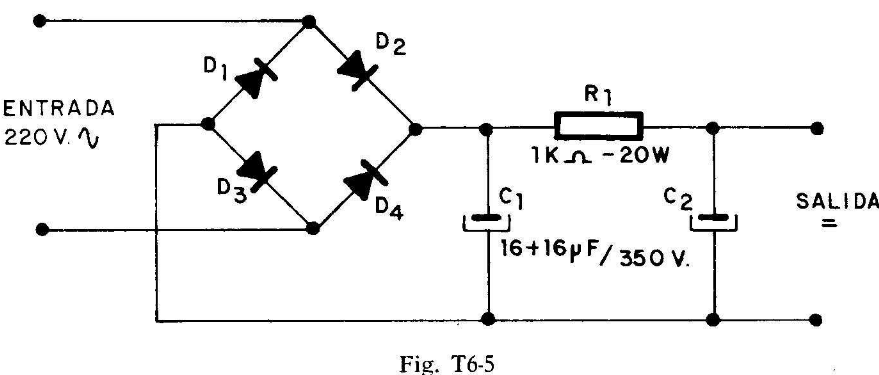


Fig. T6-5

El funcionamiento de este esquema se explicó en la lección 7.ª de teoría, en este mismo tomo.

APENDICE I

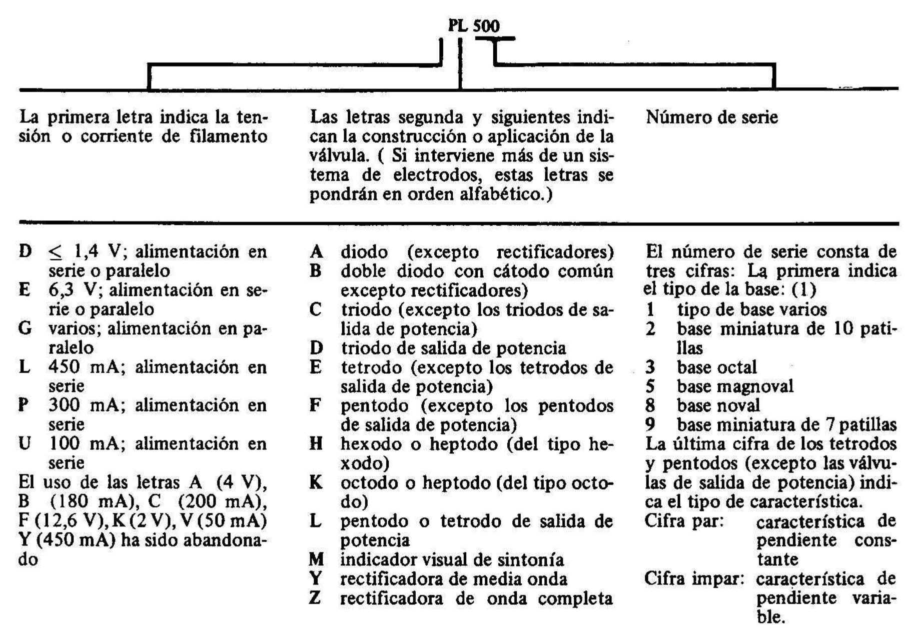
MANUAL DE DATOS FUNDAMENTALES DE VALVULAS DIODOS

CODIGO DE DESIGNACION DE TIPOS PARA VALVULAS RECEPTORAS DE RADIO Y TV

Este código de designación de tipos se refiere a las válvulas diseñadas para el uso principalmente en equipo de reproducción y registro para aplicaciones domésticas, tales como receptores de radio y televisión, tocadiscos, magnetófonos y amplificadores de audio, proyectores de cine, audífonos y aparatos similares.

La designación de tipo consta de DOS O MAS LETRAS SEGUIDAS DE UN NUMERO DE SERIE

Ejemplo y explicación:



PL 500

La primera letra indica la tensión o corriente de filamento	Las letras segunda y siguientes indican la construcción o aplicación de la válvula. (Si interviene más de un sistema de electrodos, estas letras se pondrán en orden alfabético.)	Número de serie
D ≤ 1,4 V; alimentación en serie o paralelo	A diodo (excepto rectificadores)	El número de serie consta de tres cifras: La primera indica el tipo de la base: (1)
E 6,3 V; alimentación en serie o paralelo	B doble diodo con cátodo común excepto rectificadores)	1 tipo de base varios
G varios; alimentación en paralelo	C triodo (excepto los triodos de salida de potencia)	2 base miniatura de 10 patillas
L 450 mA; alimentación en serie	D triodo de salida de potencia	3 base octal
P 300 mA; alimentación en serie	E tetrodo (excepto los tetrodos de salida de potencia)	5 base magnoval
U 100 mA; alimentación en serie	F pentodo (excepto los pentodos de salida de potencia)	8 base noval
El uso de las letras A (4 V), B (180 mA), C (200 mA), F (12,6 V), K (2 V), V (50 mA) Y (450 mA) ha sido abandonado	H hexodo o heptodo (del tipo hexodo)	9 base miniatura de 7 patillas
	K octodo o heptodo (del tipo octodo)	La última cifra de los tetrodos y pentodos (excepto las válvulas de salida de potencia) indica el tipo de característica.
	L pentodo o tetrodo de salida de potencia	Cifra par: característica de pendiente constante
	M indicador visual de sintonía	Cifra impar: característica de pendiente variable.
	Y rectificadora de media onda	
	Z rectificadora de onda completa	

(1) El uso de las cifras restantes para otros tipos de base, así como el de números de serie de una o dos cifras, han sido abandonados.

INDICE DE LAS VALVULAS RECTIFICADORAS QUE SE RELACIONAN

SIMBOLOS UTILIZADOS

Electrodos

a	ánodo
ah	ánodo auxiliar
d	ánodo de diodo detector
f	conductor de filamento
i.c.	conexión interna, que no debe conectarse exteriormente
k	cátodo
n.c.	patilla de válvula que puede conectarse exteriormente
s	blindaje interno

Tensiones

V_a	tensión anódica
$V_{a\,invp}$	valor de pico de la tensión inversa de ánodo
V_{ap}	valor de pico de la tensión de ánodo
V_b	tensión de alimentación
V_f	tensión del filamento calefactor
V_{invp}	valor de pico de la tensión inversa
V_k	tensión entre cátodo y chasis
V_{kf}	tensión entre cátodo y filamento
V_{kfp}	valor de pico entre cátodo y filamento
$V_{f/masa}$	tensión entre filamentos y masa
$V_{+k/-fp}$	tensión de pico cátodo-filamentos
V_{tr}	tensión del secundario de un transformador sin carga.

Corrientes

I_a	corriente anódica
I_f	corriente de filamento
I_o	corriente continua de salida por la válvula

Potencia

W_a	disipación anódica

Resistencias

R_i	resistencia interna
R_a	resistencia total de ánodo de la válvula rectificadora

Capacidades

C_{filt}	condensador de entrada del filtro

CARACTERISTICAS DE LAS VALVULAS DIODOS RECTIFICADORAS Y DETECTORAS

Tipo y aplicación	V_f *(V)* I_f *(A)*	*Características*	*Valores límite*	*Conexiones base*
		Trabajo y límite		
AZ1 Rectificador doble ánodo	4 1,1	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 100$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 60\ \Omega$ $V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 60$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 100\ \Omega$	$C_{filt} = 60\ \mu F$	AZ1 P
		Trabajo y límite		
AZ4 Rectificador doble ánodo	4 2,3	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 200$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 60\ \Omega$ $V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 120$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 100\ \Omega$	$C_{filt} = 60\ \mu F$	AZ4 P
		Trabajo y límite		
AZ41 Rectificador doble ánodo	4 0,72	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 70$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 100\ \Omega$ $V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 60$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 200\ \Omega$	$C_{filt} = 50\ \mu F$	AZ41 rimlock
		Trabajo y límite		
AZ50 Rectificador doble ánodo	4 3	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 300$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 100\ \Omega$ $V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 250$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 200\ \Omega$	$C_{filt} = 16\ \mu F$ $C_{filt} = 64\ \mu F$	AZ50 A
		Típicas y límite		
DY51 Rectificador M.A.T.	1,4 0,55	$V_a = 100$ V $-V_{ap} = \leqslant 15$ kV $I_{ap} = \leqslant 40$ mA $I_a = 13$ mA $I_a = \leqslant 0{,}35$ mA $C_{filt} = \leqslant 2000$ pF $C_a = 0{,}8$ pF	$V_f = < 1{,}6$ V $V_f = > 1{,}3$ V	DY51
		Trabajo y límite		
DY86-DY87 Rectificador M.A.T.	1,4 0,55	$V_o = 18$ kV R_i (a $I_a = 1$ mA) $V_{a\,inv.} = \leqslant 18$ kV $I_o = 0{,}15$ mA 20 kΩ $I_o = < 0{,}5$ mA	$I_{ap} = < 40$ mA $C_{filt} = < 2000$ pF	DY86 DY87 noval

Tipo y aplicación	V_f (*V*) I_f (*A*)	*Características*	*Valores límite*	*Conexiones base*
DY802 Rectificador M.A.T.	1,4 0,6	*Trabajo y límite* V_a = 20 kV; $V_{a\,inv.}$ = ≤20 kV; I_o = ≤0,5 mA I_a = 0,2 mA; $V_{a\,inv.p}$ = ≤25 kV	I_{op} = < 50 mA C_{filt} = < 3000 pF	DY802 noval
EAA91 Doble diodo	6,3 0,3	*Trabajo y límite* V_{tr} = 150 V_{rms}; R_t = ≥300 Ω; $V_{+k/-f}$ = 330 V I_o = 9 mA; C_{filt} = ≤ 8 μF; $V_{-k/+f}$ = 150 V	$-V_{dp}$ = 420 V I_{dp} = 54 mA	EAA91 miniatura
EB41 Doble diodo	6,3 0,3	*Trabajo y límite* V_{tr} = 150 V_{rms}; R_t = ≥300 Ω; V_{kf} = 150 V I_o = 9 mA; C_{filt} = 8 μF	$-V_{dp}$ = 420 V I_{dp} = 54 mA	EB41 rimlock
EY51 Diodo rectificador M.A.T.	6,3 0,09	*Trabajo y límite* V_{tr} = ≤5 kV_{rms}; $V_{a\,inv.p}$ = < 17 kV; $V_{a\,inv.p}$ = < 17·kV I_o = ≤3 mA; I_o = ≤3 mA; I_o = ≤0,35 mA R_t = ≥0,1 MΩ; R_t = ≥0,1 MΩ; I_{op} = ≤80 mA C_{filt} = ≤0,1 μF; C_{filt} = ≤0,01 μF; C_{filt} = ≤5000 pF f = 50 Hz; f = 10–500 KHz		EY51
EY81	6,3 0,81	*Para más datos ver* PY81		
EY82 Diodo rectificador	6,3 0,9	*Trabajo (dos válvulas)* V_{tr} = 2 × 250 V_{rms}; V_{tr} = 280 V_{rms}; V_{tr} = 2 × 300 V_{rms} V_o = 225 V; V_o = 250 V; V_o = 268 V I_o = 360 mA; I_o = 360 mA; I_o = 360 mA R_t = 2 × 75 Ω; R_t = 2 × 95 Ω; R_t = 2 × 110 Ω	$V_{a\,inv.p}$ = 850 V I_o = 360 mA I_{op} = 1,1 A V_{kfp} = 450 V C_{filt} = 60 μF	EY82 noval
EY84 Diodo rectificador	6,3 1,0	*Trabajo (dos válvulas)* V_{tr} = 2 × 500 V_{rms}; V_{tr} = 2 × 625 V_{rms}; C_{filt} = 16 μF a f = 50 Hz V_o = 500 V; V_o = 635 V I_o = 300 mA; I_o = 250 mA.; C_{filt} = 0,5 μF a f = 1600 Hz R_t = 2 × 150 Ω; R_t = 2 × 250 Ω	$V_{a\,inv.p}$ = 2 kV I_o = 150 mA V_{kfp} = 500 V	EY84 noval
EY91 Diodo rectificador	6,3 0,42	*Trabajo* V_{tr} = 200 V_{rms}; V_{tr} = 250 V_{rms} I_o = 75 mA; I_o = 75 mA R_t = ≥ 50 Ω; R_t = ≥30 Ω C_{filt} = 16 μF; C_{filt} = 16 μF	V_i = 250 V_{rms} I_o = 75 mA C_{filt} = 32 μF V_{kf} = 300 V	EY91 miniatura
EY500	6,3 2,1	*Para más datos ver* PY500		

CARACTERISTICAS DE LAS VALVULAS DIODOS RECTIFICADORAS Y DETECTORAS

Tipo y aplicación	V_f (V) I_f (A)	Características	Valores límite	Conexiones base
		Trabajo y límite		
AZ1 Rectificador doble ánodo	4 1,1	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = \leq 100$ mA $R_t = \geq 2 \times 60\ \Omega$ $V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $I_o = \leq 60$ mA $R_t = \geq 2 \times 100\ \Omega$	$C_{filt} = 60\ \mu F$	AZ1 P
		Trabajo y límite		
AZ4 Rectificador doble ánodo	4 2,3	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = \leq 200$ mA $R_t = \geq 2 \times 60\ \Omega$ $V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $I_o = \leq 120$ mA $R_t = \geq 2 \times 100\ \Omega$	$C_{filt} = 60\ \mu F$	AZ4 P
		Trabajo y límite		
AZ41 Rectificador doble ánodo	4 0,72	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = \leq 70$ mA $R_t = \geq 2 \times 100\ \Omega$ $V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $I_o = \leq 60$ mA $R_t = \geq 2 \times 200\ \Omega$	$C_{filt} = 50\ \mu F$	AZ41 rimlock
		Trabajo y límite		
AZ50 Rectificador doble ánodo	4 3	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = \leq 300$ mA $R_t = \geq 2 \times 100\ \Omega$ $V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $I_o = \leq 250$ mA $R_t = \geq 2 \times 200\ \Omega$	$C_{filt} = 16\ \mu F$ $C_{filt} = 64\ \mu F$	AZ50 A
		Típicas y límite		
DY51 Rectificador M.A.T.	1,4 0,55	$V_a = 100$ V $-V_{ap} = \leq 15$ kV $I_{ap} = \leq 40$ mA $I_a = 13$ mA $I_a = \leq 0{,}35$ mA $C_{filt} = \leq 2000$ pF $C_a = 0{,}8$ pF	$V_f = < 1{,}6$ V $V_f = > 1{,}3$ V	DY51
		Trabajo y límite		
DY86-DY87 Rectificador M.A.T.	1,4 0,55	$V_o = 18$ kV R_i (a $I_a = 1$ mA) $V_{a\,inv.} = \leq 18$ kV $I_o = 0{,}15$ mA 20 kΩ $I_o = < 0{,}5$ mA	$I_{ap} = < 40$ mA $C_{filt} = < 2000$ pF	DY86 DY87 noval

Tipo y aplicación	V_f (V) I_f (A)	Características	Valores límite	Conexiones base
		Trabajo y límite		
DY802 Rectificador M.A.T.	1,4 0,6	$V_o = 20$ kV $V_{a\,inv.} = \leq 20$ kV $I_o = \leq 0{,}5$ mA $I_o = 0{,}2$ mA $V_{a\,inv.p} = \leq 25$ kV	$I_{ap} = < 50$ mA $C_{filt} = < 3000$ pF	DY802 noval
		Trabajo y límite		
EAA91 Doble diodo	6,3 0,3	$V_{tr} = 150\ V_{rms}$ $R_t = \geq 300\ \Omega$ $V_{+k/-f} = 330$ V $I_o = 9$ mA $C_{filt} = \leq 8\ \mu F$ $V_{-k/+f} = 150$ V	$-V_{dp} = 420$ V $I_{dp} = 54$ mA	EAA91 miniatura
		Trabajo y límite		
EB41 Doble diodo	6,3 0,3	$V_{tr} = 150\ V_{rms}$ $R_t = \geq 300\ \Omega$ $V_{kf} = 150$ V $I_o = 9$ mA $C_{filt} = 8\ \mu F$	$-V_{dp} = 420$ V $I_{dp} = 54$ mA	EB41 rimlock
		Trabajo y límite		
EY51 Diodo rectificador M.A.T.	6,3 0,09	$V_{tr} = \leq 5\ kV_{rms}$ $V_{a\,inv.p} = < 17$ kV $V_{a\,inv.p} = < 17$ kV $I_o = \leq 3$ mA $I_o = \leq 3$ mA $I_o = \leq 0{,}35$ mA $R_t = \geq 0{,}1$ MΩ $R_t = \geq 0{,}1$ MΩ $I_{ap} = \leq 80$ mA $C_{filt} = \leq 0{,}1\ \mu F$ $C_{filt} = \leq 0{,}01\ \mu F$ $C_{filt} = \leq 5000$ pF $f = 50$ Hz $f = 10$–500 KHz		EY51
EY81	6,3 0,81	*Para más datos ver* PY81		
		Trabajo (dos válvulas)		
EY82 Diodo rectificador	6,3 0,9	$V_{tr} = 2 \times 250\ V_{rms}$ $V_{tr} = 280\ V_{rms}$ $V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $V_o = 225$ V $V_o = 250$ V $V_o = 268$ V $I_o = 360$ mA $I_o = 360$ mA $I_o = 360$ mA $R_t = 2 \times 75\ \Omega$ $R_t = 2 \times 95\ \Omega$ $R_t = 2 \times 110\ \Omega$	$V_{a\,inv.p} = 850$ V $I_o = 360$ mA $I_{ap} = 1{,}1$ A $V_{kf\,p} = 450$ V $C_{filt} = 60\ \mu F$	EY82 noval
		Trabajo (dos válvulas)		
EY84 Diodo rectificador	6,3 1,0	$V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $V_{tr} = 2 \times 625\ V_{rms}$ $C_{filt} = 16\ \mu F$ $V_o = 500$ V $V_o = 635$ V a $f = 50$ Hz $I_o = 300$ mA $I_o = 250$ mA. $C_{filt} = 0{,}5\ \mu F$ $R_t = 2 \times 150\ \Omega$ $R_t = 2 \times 250\ \Omega$ a $f = 1600$ Hz	$V_{a\,inv.p} = 2$ kV $I_o = 150$ mA $V_{kf\,p} = 500$ V	EY84 noval
		Trabajo		
EY91 Diodo rectificador	6,3 0,42	$V_{tr} = 200\ V_{rms}$ $V_{tr} = 250\ V_{rms}$ $I_o = 75$ mA $I_o = 75$ mA $R_t = \geq 50\ \Omega$ $R_t = \geq 30\ \Omega$ $C_{filt} = 16\ \mu F$ $C_{filt} = 16\ \mu F$	$V_i = 250\ V_{rms}$ $I_o = 75$ mA $C_{filt} = 32\ \mu F$ $V_{kf} = 300$ V	EY91 miniatura
Y500	6,3 2,1	*Para más datos ver* PY500		

Tipo y aplicación	V_f (V) I_f (A)	Características			Valores límite	Conexiones base
EZ40 Rectificador doble ánodo	6,3 0,6	*Trabajo* $V_{tr}=2\times250$ V_{rms} $I_o=90$ mA $R_t=2\times125$ Ω	$V_{tr}=2\times300$ V_{rms} $I_o=90$ mA $R_t=2\times215$ Ω	$V_{tr}=2\times350$ V_{rms} $I_o=90$ mA $R_t=2\times300$ Ω	$V_{tr}=2\times350$ V_{rms} $I_o=90$ mA $C_{filt}=50$ μF $V_{kf_p}=500$ V	EZ40 rimlock
EZ41 Rectificador doble ánodo	6,3 0,4	*Trabajo* $V_{tr}=2\times250$ V_{rms} $V_o=253$ V	$I_o=60$ mA $R_t=2\times150$ Ω	$C_{filt}=8$ μF	$V_{tr}=250$ V_{rms} $I_o=60$ mA $V_{kf}=350$ V	EZ41 rimlock
EZ80 Rectificador doble ánodo	6,3 0,6	*Trabajo* $V_{tr}=2\times250$ V_{rms} $V_o=260$ V $I_o=90$ mA $R_t=2\times125$ Ω	$V_{tr}=2\times300$ V_{rms} $V_o=310$ V $I_o=90$ mA $R_t=2\times215$ Ω	$V_{tr}=2\times350$ V_{rms} $V_o=360$ V $I_o=90$ mA $R_t=2\times300$ Ω	$V_{tr}=2\times350$ V_{rms} $I_o=90$ mA $V_{kf}=500$ V $C_{filt}=50$ μF	EZ80 noval
EZ81 Rectificador doble ánodo	6,3 1,0	*Trabajo* $V_{tr}=2\times250$ V_{rms} $V_o=245$ V $I_o=160$ mA $R_t=2\times150$ Ω	$V_{tr}=2\times350$ V_{rms} $V_o=352$ V $I_o=150$ mA $R_t=2\times230$ Ω	$V_{tr}=2\times450$ V_{rms} $V_o=497$ V $I_o=100$ mA $R_t=2\times310$ Ω	$V_{a\,inv\,p}=1300$ V $I_{ap}=500$ mA $V_{kf}=500$ V $C_{filt}=50$ μF	EZ81 noval
GY501 Diodo rectificador M.A.T.	3,15 0,4	*Trabajo* $V_o=25$ kV	$I_o=1,5$ mA		$-V_{ap}=35$ kV [1]) $V_o=27,5$ kV [1]) $I_o=1,7$ mA	GY501 magnoval
GZ34 Rectificador doble ánodo	5,0 1,9	*Trabajo* $V_{tr}=2\times300$ V_{rms} $V_o=330$ V $I_o=250$ mA $R_t=2\times75$ Ω	$V_{tr}=2\times400$ V_{rms} $V_o=430$ V $I_o=250$ mA $R_t=2\times125$ Ω	$V_{tr}=2\times550$ V_{rms} $V_o=640$ V $I_o=160$ mA $R_t=2\times200$ Ω	$V_{a\,inv\,p}=1500$ V $I_{ap}=750$ mA $C_{filt}=60$ μF	GZ34 octal
PY81 Diodo recuperador	17 0,3	*Límite* $V_{bo}=\leqslant550$ V $V_b=\leqslant250$ V $W_a=\leqslant3,5$ W	$I_o=\leqslant150$ mA $I_{ap}=\leqslant450$ mA $V_{ap}=\leqslant5$ kV	$V_{kfp}=<5$ kV $R_s=\geqslant80$ Ω V_f/masa $\leqslant220$ V_{rms}		PY81 noval
PY82 Diodo rectificador	19 0,3	*Trabajo* $V_{tr}=127$ V_{rms} $V_o=127$ V $I_o=180$ mA $R_t=0$ Ω	$V_{tr}=220$ V_{rms} $V_o=195$ V $I_o=180$ mA $R_t=65$ Ω	$V_{tr}=250$ V_{rms} $V_o=195$ V $I_o=180$ mA $R_t=125$ Ω	$V_{a\,inv\,p}=700$ V $I_o=180$ mA $V_{+k/-fp}=550$ V $C_{filt}=60$ μF	PY82 noval

Tipo y aplicación	V_f *(V)* I_f *(A)*	*Características*			*Valores límite*	*Conexiones base*
		Trabajo				
EZ40 Rectificador doble ánodo	6,3 0,6	$V_{tr} = 2 \times 250\ V_{rms}$ $I_o = 90$ mA $R_t = 2 \times 125\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = 90$ mA $R_t = 2 \times 215\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 350\ V_{rms}$ $I_o = 90$ mA $R_t = 2 \times 300\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 350\ V_{rms}$ $I_o = 90$ mA $C_{filt} = 50\ \mu F$ $V_{kfp} = 500$ V	EZ40 rimlock
		Trabajo				
EZ41 Rectificador doble ánodo	6,3 0,4	$V_{tr} = 2 \times 250\ V_{rms}$ $V_o = 253$ V	$I_o = 60$ mA $R_t = 2 \times 150\ \Omega$	$C_{filt} = 8\ \mu F$	$V_{tr} = 250\ V_{rms}$ $I_o = 60$ mA $V_{kf} = 350$ V	EZ41 rimlock
		Trabajo				
EZ80 Rectificador doble anodo	6,3 0,6	$V_{tr} = 2 \times 250\ V_{rms}$ $V_o = 260$ V $I_o = 90$ mA $R_t = 2 \times 125\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $V_o = 310$ V $I_o = 90$ mA $R_t = 2 \times 215\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 350\ V_{rms}$ $V_o = 360$ V $I_o = 90$ mA $R_t = 2 \times 300\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 350\ V_{rms}$ $I_o = 90$ mA $V_{kf} = 500$ V $C_{filt} = 50\ \mu F$	EZ80 noval
		Trabajo				
EZ81 Rectificador doble ánodo	6,3 1,0	$V_{tr} = 2 \times 250\ V_{rms}$ $V_o = 245$ V $I_o = 160$ mA $R_t = 2 \times 150\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 350\ V_{rms}$ $V_o = 352$ V $I_o = 150$ mA $R_t = 2 \times 230\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 450\ V_{rms}$ $V_o = 497$ V $I_o = 100$ mA $R_t = 2 \times 310\ \Omega$	$V_{a\,invp} = 1300$ V $I_{ap} = 500$ mA $V_{kf} = 500$ V $C_{filt} = 50\ \mu F$	EZ81 noval
		Trabajo				
GY501 Diodo rectificador M.A.T.	3,15 0,4	$V_o = 25$ kV	$I_o = 1{,}5$ mA		$-V_{ap} = 35$ kV [1]) $V_o = 27{,}5$ kV [1]) $I_o = 1{,}7$ mA	GY501 magnoval
		Trabajo				
GZ34 Rectificador doble ánodo	5,0 1,9	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $V_o = 330$ V $I_o = 250$ mA $R_t = 2 \times 75\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 400\ V_{rms}$ $V_o = 430$ V $I_o = 250$ mA $R_t = 2 \times 125\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 550\ V_{rms}$ $V_o = 640$ V $I_o = 160$ mA $R_t = 2 \times 200\ \Omega$	$V_{a\,invp} = 1500$ V $I_{ap} = 750$ mA $C_{filt} = 60\ \mu F$	GZ34 octal
		Límite				
PY81 Diodo recuperador	17 0,3	$V_{bo} = \leq 550$ V $V_b = \leq 250$ V $W_a = \leq 3{,}5$ W	$I_o = \leq 150$ mA $I_{ap} = \leq 450$ mA $V_{ap} = \leq 5$ kV	$V_{kfp} = < 5$ kV $R_s = \geq 80\ \Omega$ V_f/masa $\leq 220\ V_{rms}$		PY81 noval
		Trabajo				
PY82 Diodo rectificador	19 0,3	$V_{tr} = 127\ V_{rms}$ $V_o = 127$ V $I_o = 180$ mA $R_t = 0\ \Omega$	$V_{tr} = 220\ V_{rms}$ $V_o = 195$ V $I_o = 180$ mA $R_t = 65\ \Omega$	$V_{tr} = 250\ V_{rms}$ $V_o = 195$ V $I_o = 180$ mA $R_t = 125\ \Omega$	$V_{a\,invp} = 700$ V $I_o = 180$ mA $V_{+kf-fp} = 550$ V $C_{filt} = 60\ \mu F$	PY82 noval

Tipo y aplicación	V_f (V) I_f (A)	Características			Valores límite	Conexiones base
		Límite				
PY88 Diodo recuperador	30 0,3	$V_{bo} = \leqslant 550$ V $V_b = \leqslant 250$ V $W_a = \leqslant$ 5 W	$I_a = \leqslant 220$ mA $I_{ap} = \leqslant 550$ mA $V_{ap} = \leqslant$ 6 kV	$V_{kfp} = 6{,}6$ kV $R_s = \geqslant 80$ Ω V_f/masa < 220 V_{rms}		PY88 noval
		Típicas y límite				
PY500 Diodo recuperador	42 0,3	R_i = 45,5 Ω at C_{kf} = 3,7 pF C_{ak} = 13 pF	$W_a = \leqslant 11$ W $I_a = \leqslant 440$ mA $I_{ap} = \leqslant 800$ mA	$-V_{ap} = 5{,}6$ kV $V_{kfp} =$ 6,3 kV $R_s = \geqslant 100$ Ω		PY500 magnoval
		Trabajo				
UY41-UY42 Diodo rectificador	31 0,1	V_{tr} = 127 V_{rms} V_o = 135 V I_o = 100 mA R_t = 0 Ω	V_{tr} = 220 V_{rms} V_o = 188 V I_o = 100 mA R_t = 160 Ω	V_{tr} = 250 V_{rms} V_o = 205 V I_o = 100 mA R_t = 210 Ω	$V_{a\,inv\,p}$ = 700 V I_{ap} = 660 mA $V_{+k/-f}$ = 550 V C_{fil} = 50 μF	UY41 UY42 rimlock
		Trabajo				
UY82 Diodo rectificador	55 0,1	V_{tr} = 127 V_{rms} V_o = 127 V I_o = 180 mA R_t = 0 Ω	V_{tr} = 220 V_{rms} V_o = 195 V I_o = 180 mA R_t = 65 Ω	V_{tr} = 250 V_{rms} V_o = 195 V I_o = 180 mA R_t = 125 Ω	$V_{a\,inv\,p}$ = 700 V I_{ap} = 1,1 A $V_{+k/-f}$ = 550 V C_{fil} = 60 μF	UY82 noval
		Trabajo				
UY85 Diodo rectificador	38 0,1	V_{tr} = 127 V_{rms} V_o = 135 V I_o = 110 mA R_t = 0 Ω	V_{tr} = 220 V_{rms} V_o = 215 V I_o = 110 mA R_t = 90 Ω	V_{tr} = 250 V_{rms} V_o = 245 V I_o = 110 mA R_t = 100 Ω	$V_{a\,inv\,p}$ = 700 V I_{ap} = 660 mA $V_{+k/-f}$ = 550 V C_{fil} = 100 pF	UY85 noval
		Trabajo				
UY89 Diodo rectificador	31 0,1	V_{tr} = 127 V_{rms} V_o = 135 V I_o = 100 mA R_t = 0 Ω	V_{tr} = 220 V_{rms} V_o = 188 V I_o = 100 mA R_t = 160 Ω	V_{tr} = 250 V_{rms} V_o = 205 V I_o = 100 mA R_t = 210 Ω	$V_{a\,inv\,p}$ = 700 V I_{ap} = 600 mA $V_{+k/-f}$ = 550 V C_{fil} = 50 μF	UY89 noval
		Trabajo				
UY92 Diodo rectificador	26 0,1	V_{tr} = 110 V_{rms} V_o = 115 V I_o = 70 mA R_t = 0 Ω	V_{tr} = 127 V_{rms} V_o = 137 V I_o = 70 mA R_t = 0 Ω	V_{tr} = 145 V_{rms} V_o = 160 V I_o = 70 mA R_t = 0 Ω	$V_{a\,inv\,p}$ = 400 V I_{ap} = 450 mA $V_{+k/-f}$ = 400 V C_{fil} = 100 μF	UY92 miniatura
		Trabajo				
6X4 Rectificador doble ánodo	6,3 0,6	V_{tr} = 2 × 325 V_{rms} I_o = 70 mA	R_t = 2 × 520 Ω	C_{fil} = 10 μF	$V_{a\,inv\,p}$ = 1,25 kV I_{ap} = 210 mA	6X4 miniatura

Tipo y aplicación	V_f (*V*) I_f (*A*)	*Características*			*Valores límite*	*Conexiones base*
		Trabajo				
35W4 Diodo rectificador	35 0,15 **Patillas:** 3+4	$V_{tr} = 117\ V_{rms}$ $I_o = 90$ mA	$R_t = \geqslant 15\ \Omega$	$C = 40\ \mu F$	$V_{a\,invp} = 330$ V $I_{ap} = 0{,}6$ A	35W4 miniature
		Trabajo				
1805 Rectificador doble ánodo	4 1	$V_{tr} = 2 \times 300\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 100$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 60\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 400\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 75$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 80\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $I_o = \leqslant 60$ mA $R_t = \geqslant 2 \times 100\ \Omega$	$V_{tr} = 2 \times 500\ V_{rms}$ $C_{filt} = 60\ \mu F$	1805 A

APENDICE II

MANUAL DE CARACTERISTICAS DE DIODOS SEMICONDUCTORES

NOMENCLATURA

El número de tipo consta de dos letras seguidas de un número de serie

Ejemplo: B | A | 145

Primera letra	Segunda letra	Número de serie
distingue entre dispositivos con uniones y sin uniones e indica el material	indica la aplicación principal y también la construcción en el caso de que se requiera una mayor diferenciación.	
Dispositivos con uniones A Dispositivos con una o más uniones, que utilizan materiales con un margen de banda de 0,6 a 1,0 eV, tales como germanio. B Dispositivos con una o más uniones, que utilizan materiales con un margen de banda de 1,0 a 1,3 eV, tales como silicio. C Dispositivos con una o más uniones, que utilizan materiales con un margen de banda de 1,3 eV en adelante, tales como arseniuro de galio. D Dispositivos con una o más uniones, que utilizan materiales con un margen de banda de menos de 0,6 eV, tales como antimoniuro de indio. **Dispositivos sin uniones** R Dispositivos sin uniones, que utilizan materiales como los empleados en generadores Hall y células fotoconductoras.	A Diodo, detector, alta velocidad, mezclador B Diodo de capacidad variable C Transistor de BF (baja potencia) D Transistor de potencia para BF E Diodo túnel F Transistor de RF (baja potencia) G Múltiple de dispositivos no similares H Sonda de campo K Generador Hall en un circuito magnético abierto, por ejemplo, sonda de magnetograma o de señal L Transistor potencia para aplicaciones RF M Generador Hall en un circuito magnético cerrado excitado eléctricamente; por ejemplo, multiplicador o modulador Hall P Dispositivo sensible a radiaciones Q Dispositivo generador de radiaciones R Dispositivo de control y conmutación disparado eléctricamente, con una característica de ruptura (baja potencia) S Transistor conmutación (baja potencia) T Dispositivo de potencia para control y conmutación disparado eléctricamente o por medio de la luz, que tiene una característica de ruptura U Transistor de potencia conmutación X Diodo multiplicador, por ej., varáctor, de recuperación por pasos Y Diodo rectificador, recuperador, de eficiencia Z Diodo de referencia de tensión o regulador de tensión	Tres cifras para los dispositivos semiconductores diseñados para empleo principalmente en aparatos domésticos. Una letra y dos cifras para los dispositivos semiconductores no diseñados para empleo principalmente en aparatos domésticos.

Ejemplo: B | C | Y70

INDICE DE LOS DIODOS SEMICONDUCTORES QUE SE RELACIONAN:

AAY-30	BAV-10	IN-914 A
AAY-32	BAV-19	IN-916 A y B
AAZ-13	BAV-20	IN-4.009
AAZ-15	BAV-21	IN-4.148
AAZ-17	BAV-40	IN-4.150
AAZ-18	BAV-41	IN-4.151
OA-47	BAV-42	IN-4.154
AA-119	BAV-43	IN-4.446
AA-121	BAV-44	IN-4.448
OA-90	BAV-45	BYX-10
OA-91	BAV-68	BYX-36
OA-95	BAV-69	BY-126
BA-100	BAV-70	BY-127
BA-114	BAW-56	BYX-22
BA-145	BAW-62	BYX-49
BA-148	BAX-12	BYX-38
BA-182	BAX-13	BYX-48
BA-216	BAX-14	BYX-72
BA-217	BAX-15	BYX-42
BA-218	BAX-16	BYX-52
BA-219	BAX-17	BYX-13
BA-220	BAX-18	BYX-32
BA-221	OA-200	BYX-33
BA-222	OA-202	BYX-51

SIMBOLOS UTILIZADOS

C_d	capacidad de diodo
C_j	capacidad de unión
F	factor de ruido
f_c, f_{co}	frecuencia de corte
f_r	frecuencia de corte resistiva de diodos de túnel
f_{res}	frecuencia resonante en serie
$I_{(BO)}$	corriente de ruptura
I_F	corriente directa media (continua)
I_{FM}	corriente directa de pico
I_{FRM}	corriente directa de pico repetitivo
I_p	corriente del punto de pico de diodos de túnel
I_R	corriente inversa media (continua)
I_{RM}	corriente inversa de pico
I_V	corriente del punto de valle de diodos de túnel
I_Z	corriente de Zener
N_s	medida de ruido de diodos de túnel
P_i	potencia de entrada
P_o	potencia de salida
Q_s	carga recuperada
r_D	resistencia serie interna de diodo
R_L	resistencia de carga
r_n	resistencia negativa en el punto de inflexión de diodos de túnel
$R_{th\ j\text{-}a}$	resistencia térmica entre unión y ambiente
$R_{th\ j\text{-}mb}$	resistencia térmica entre unión y base de montaje
T_{amb}	temperatura ambiente
T_j	temperatura de la unión
T_{rr}	tiempo de recuperación inversa
t_s	tiempo de almacenamiento
t_t	tiempo de transición
$V_{(BO)}$	tensión de ruptura
V_F	tensión directa continua
V_P	tensión del punto de pico de diodos túnel
V_R	tensión inversa continua
V_{RRM}	tensión inversa de pico repetitivo
V_{RWM}	tensión inversa de trabajo de cresta
V_V	tensión del punto de valle de diodos de túnel
V_W	tensión de trabajo
$I_{F(AV)}$	Corriente directa media total
I_{FSM}	Corriente directa de pico no repetitivo

DIODOS DE GERMANIO

Diodos de unión dorada

AAY30 DO-7	diodo de conmutación	$V_R = 30$ V máx. $I_F = 110$ mA máx. $I_{FRM} = 400$ mA máx. $T_j = 75$ °C máx.	$V_F < 1{,}0$ V a $I_F = 150$ mA $I_R < 50$ µA a $V_R = 30$ V $R_{th\ j\text{-}a} = 0{,}45$ °C/mW	$C_d < 1{,}0$ pF a $V_R = 1$ V $t_{rr} < 150$ ns (de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 1$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
AAY32 DO-7	diodo de conmutación	$V_R = 30$ V máx. $I_F = 110$ mA máx. $I_{FRM} = 150$ mA máx. $T_j = 85$ °C máx.	$V_F < 1{,}0$ V a $I_F = 150$ mA $I_R < 70$ µA a $V_R = 30$ V $R_{th\ j\text{-}a} = 0{,}45$ °C/mW	$C_d < 1{,}5$ pF a $V_R = 1$ V $t_{rr} < 50$ ns (de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 1$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
AAZ13 DO-7	diodo de conmutación	$V_R = 8$ V máx. $I_F = 30$ mA máx. $I_{FRM} = 100$ mA máx. $T_j = 75$ °C máx.	$V_F < 1{,}0$ V a $I_F = 30$ mA $I_R < 150$ µA a $V_R = 8$ V $R_{th\ j\text{-}a} = 0{,}5$ °C/mW	$C_d = 3{,}3$ pF a $V_R = 1$ V
AAZ15 DO-7	para aplicación general	$V_R = 75$ V máx. $I_F = 140$ mA máx. $I_{FRM} = 250$ mA máx. $T_j = 85$ °C máx.	$V_F < 1{,}1$ V a $I_F = 250$ mA $I_R < 25$ µA a $V_R = 75$ V $R_{th\ j\text{-}a} = 0{,}45$ °C/mW	$C_d < 2$ pF a $V_R = 1$ V $Q_s < 1800$ pC (de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 10$ V)
AAZ17 DO-7	para aplicación general	$V_R = 50$ V máx. $I_F = 140$ mA máx. $I_{FRM} = 250$ mA máx. $T_j = 85$ °C máx.	$V_F < 1{,}1$ V a $I_F = 250$ mA $I_R < 150$ µA a $V_R = 50$ V $R_{th\ j\text{-}a} = 0{,}45$ °C/mW	$C_d < 2$ pF a $V_R = 1$ V $Q_s < 900$ pC (de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 10$ V)
AAZ18 DO-7	conmutación	$V_R = 20$ V máx. $I_F = 180$ mA máx. $I_{FRM} = 300$ mA máx. $T_j = 75$ °C máx.	$V_F < 0{,}78$ V a $I_F = 300$ mA $I_R < 50$ µA a $V_R = 20$ V $R_{th\ j\text{-}a} = 0{,}45$ °C/mW	$C_d < 1{,}5$ pF a $V_R = 1$ V $t_{rr} < 70$ ns (de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 1$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
OA47 DO-7	diodo de conmutación	$V_R = 25$ V máx. $I_F = 110$ mA máx. $I_{FRM} = 150$ mA máx. $T_j = 75$ °C máx.	$V_F < 1{,}1$ V a $I_F = 150$ mA $I_R < 100$ µA a $V_R = 25$ V $R_{th\ j\text{-}a} = 0{,}45$ °C/mW	$C_d < 3{,}5$ pF a $V_R = 1$ V $t_{rr} < 70$ ns (de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 1$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*

Diodos de contacto de punta

AA119 **2-AA119** DO-7	detector AM, detector de relación	$V_R = 30$ V máx. $I_F = 35$ mA máx. $I_{FRM} = 100$ mA máx. $T_{amb} = 60$ °C máx.	$V_F = 1{,}5$ V a $I_F = 10$ mA $I_R = 90$ µA a $V_R = 45$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}45$ °C/mW	
AAY21 DO-7	diodo de conmutación	$V_R = 15$ V máx. $I_F = 20$ mA máx. $I_{FM} = 50$ mA máx. $T_j = 75$ °C máx.	$V_F < 0{,}8$ V a $I_F = 10$ mA $I_R < 60$ µA a $V_R = 15$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}75$ °C/mW	$C_d < 1{,}2$ pF a $V_R = 1$ V $t_{rr} = 5$ ns(de $I_F =$ $= 3$ mA a $V_R = 1$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
OA90 DO-7	detector de vídeo	$V_R = 20$ V máx. $I_F = 8$ mA máx. $I_{FRM} = 45$ mA máx. $T_{amb} = 75$ °C máx.	$V_F = 1{,}0$ V a $I_F = 10$ mA $I_R = 90$ µA a $V_R = 20$ V	
OA91 DO-7	para aplicación general	$V_R = 90$ V máx. $I_F = 50$ mA máx. $I_{FRM} = 150$ mA máx. $T_{amb} = 75$ °C máx.	$V_F = 1{,}2$ V a $I_F = 10$ mA $I_R = 40$ µA a $V_R = 75$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}4$ °C/mW	
OA95 DO-7	para aplicación general	$V_R = 90$ V máx. $I_F = 50$ mA máx. $I_{FRM} = 150$ mA máx. $T_{amb} = 75$ °C máx.	$V_F = 1{,}05$ V a $I_F = 10$ mA $I_R = 35$ µA a $V_R = 75$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}4$ °C/mW	

* medido para $I_R = 1$ mA

DIODOS DE SICILIO

Diodos de señal pequeña

BA100 DO-7	diodo de unión aplicaciones generales	$V_R = 60$ V máx. $I_F = 90$ mA máx. $I_{FRM} = 100$ mA máx. $T_j = 90$ °C máx.	$V_F < 1{,}5$ V a $I_F = 30$ mA $I_R = 10$ µA a $V_R = 60$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}4$ °C/mW	
BA114 DO-7	diodo de unión aleado, estabilizador baja tensión	$I_F = 20$ mA máx. $T_{amb} = 90$ °C máx.	$V_F < 0{,}8$ V a $I_F = 4$ mA $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}4$ °C/mW	
BA145 DO-14	diodo de doble difusión, fijador en amplificadores diferencia de color	$V_{RWM} = 300$ V máx. $I_F = 0{,}3$ A máx. $I_{FRM} = 2$ A máx. $T_j = 125$ °C máx.	$V_F < 1$ V a $I_F = 0{,}1$ A $I_R < 10$ µA a $V_R = 300$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}2$ °C/mW	$Q_s < 0{,}4$ nC(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 2$ V)
BA148 DO-14	diodo de doble difusión para aplicación general	$V_{RWM} = 300$ V máx. $I_F = 0{,}4$ A máx. $I_{FRM} = 3$ A máx. $T_j = 150$ °C máx.	$V_F < 1{,}5$ V a $I_F = 2$ A $I_R < 0{,}2$ mA a $V_R = 300$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}2$ °C/mW	$Q_s < 0{,}8$ nC(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 2$ V)
BA182 SOD-23	diodo planar conmutación de banda en sintonizadores de televisión VHF	$V_R = 35$ V máx. $I_F = 0{,}1$ A máx. $T_j = 100$ °C máx.	$V_F < 1{,}2$ V a $I_F = 0{,}1$ A $I_R < 0{,}1$ µA a $V_R = 20$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}4$ °C/mW	$C_d = 0{,}8$ pF a $V_R = 20$ V $r_D = 0{,}5\ \Omega$ a $I_F = 5$ mA
BA216 SOD-17	diodo mesa whiskerless regulación de baja tensión	$V_{RRM} = 10$ V máx. $I_F = 75$ mA máx. $I_{FRM} = 150$ mA máx. $T_j = 200$ °C máx.	$V_F = 0{,}7$ V a 1 V a $I_F = 15$ mA $I_R < 1{,}5$ µA a $V_R = 10$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}6$ °C/mW	$C_d < 3$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
BA217 SOD-17	diodo mesa whiskerless aplicaciones generales	$V_R = 30$ V máx. $I_F = 75$ mA máx. $I_{FRM} = 150$ mA máx. $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1{,}5$ V a $I_F = 50$ mA $I_R < 0{,}2$ µA a $V_R = 30$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}6$ °C/mW	$C_d < 3$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*

Diodos de señal pequeña (continuación)

BA218 SOD-17	diodo mesa whiskerless aplicaciones generales	$V_R = 50$ V máx. $I_F = 75$ mA máx. $I_{FRM} = 150$ mA máx. $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1{,}5$ V a $I_F = 50$ mA $I_R < 0{,}2$ µA a $V_R = 50$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}6$ °C/mW	$C_d < 3$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
BA219 SOD-17	diodo mesa whiskerless aplicaciones generales	$V_R = 100$ V máx. $I_F = 100$ mA máx. $I_{FRM} = 300$ mA máx. $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1{,}5$ V a $I_F = 100$ mA $I_R < 0{,}5$ µA a $V_R = 100$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}6$ °C/mW	$C_d < 5$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 120$ ns(de $I_F =$ $= 30$ mA a $V_R = 3$ V; $R_L = 100\ \Omega$)**
BA220 DO-35	diodo planar whiskerless aplicaciones generales	$V_{RRM} = 10$ V máx. $I_F = 200$ mA máx. $I_{FRM} = 400$ mA máx. $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 0{,}95$ V a $I_F = 100$ mA $I_R < 1{,}5$ µA a $V_R = 10$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}5$ °C/mW	$C_d < 2{,}5$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
BA221 DO-35	diodo planar whiskerless aplicaciones generales	$V_R = 30$ V máx. $I_F = 200$ mA máx. $I_{FRM} = 400$ mA máx. $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1{,}05$ V a $I_F = 200$ mA $I_R < 0{,}2$ µA a $V_R = 30$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}5$ °C/mW	$C_d < 2{,}5$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
BA222 DO-35	diodo planar whiskerless aplicaciones generales	$V_R = 50$ V máx. $I_F = 75$ mA máx. $I_{FRM} = 150$ mA máx. $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1{,}1$ V a $I_F = 50$ mA $I_R < 0{,}2$ µA a $V_R = 50$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}6$ °C/mW	$C_d < 2$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
BAV10 DO-35	diodo planar-epitaxial whiskerless, conmutación de memorias muy rápidas	$V_R = 60$ V máx. $I_F = 0{,}3$ A máx. $I_{FRM} = 0{,}6$ A máx. $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1{,}25$ V a $I_F = 0{,}5$ A $I_R < 0{,}1$ µA a $V_R = 60$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}5$ °C/mW	$C_d < 2{,}5$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 6$ ns(de $I_F =$ $= 0{,}4$ A a $I_{RM} = 0{,}4$ A; $R_L = 100\ \Omega$)***
BAV19 DO-35	diodo planar-epitaxial whiskerless, conmutación y aplicaciones generales	$V_R = 100$ V máx. $I_F = 250$ mA máx. $I_{FRM} = 625$ mA máx. $T_j = 175$ °C máx.	$V_F < 1{,}0$ V a $I_F = 0{,}1$ A $I_R < 0{,}1$ µA a $V_R = 100$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}375$ °C/mW	$C_d < 5$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 50$ ns(de $I_F =$ $= 30$ mA a $I_R = 30$ mA; $R_L = 100\ \Omega$)**
BAV20 DO-35	diodo planar-epitaxial whiskerless, conmutación y aplicaciones generales	$V_R = 150$ V máx. $I_F = 250$ mA máx. $I_{FRM} = 625$ mA máx. $T_j = 175$ °C máx.	$V_F < 1{,}0$ V a $I_F = 0{,}1$ A $I_R < 0{,}1$ µA a $V_R = 150$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}375$ °C/mW	$C_d < 5$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 50$ ns(de $I_F =$ $= 30$ mA a $I_R = 30$ mA; $R_L = 100\ \Omega$)**
BAV21 DO-35	diodo planar-epitaxial whiskerless conmutación y aplicaciones generales	$V_R = 200$ V máx. $I_F = 250$ mA máx. $I_{FRM} = 625$ mA máx. $T_j = 175$ °C máx.	$V_F < 1{,}0$ V a $I_F = 0{,}1$ A $I_R < 0{,}1$ µA a $V_R = 200$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}375$ °C/mW	$C_d < 5$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 50$ ns(de $I_F =$ $= 30$ mA a $I_R = 30$ mA; $R_L = 100\ \Omega$)**
BAV40 SOT-59	matriz de 8 diodos planar-epitaxial para núcleos en memorias muy rápidas	**cada diodo** $V_R = 60$ V máx. $I_F = 0{,}3$ A máx. $I_{FRM} = 0{,}9$ A máx. $T_j = 150$ °C máx.	**total matriz** $I_F = 1$ A $I_{FRM} = 2{,}7$ A	$C_d < 4$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 6$ ns(de $I_F =$ $= 0{,}4$ A a $I_{RM} = 0{,}4$ A; $R_L = 100\ \Omega$)***
BAV41 SOT-59	matriz de 8 diodos planar-epitaxial para núcleos en memorias muy rápidas	**cada diodo** $V_R = 60$ V máx. $I_F = 0{,}3$ A máx. $I_{FRM} = 0{,}9$ A máx. $T_j = 150$ °C máx.	**total matriz** $I_F = 1$ A $I_{FRM} = 2{,}7$ A	$C_d < 3$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 6$ ns(de $I_F =$ $= 0{,}4$ A a $I_{RM} = 0{,}4$ A; $R_L = 100\ \Omega$)***
BAV42 SOT-59	matriz de 8 diodos planar-epitaxial para núcleos en memorias muy rápidas	**cada diodo** $V_R = 60$ V máx. $I_F = 0{,}3$ A máx. $I_{FRM} = 0{,}9$ A máx. $T_j = 150$ °C máx.	**total matriz** $I_F = 1$ A $I_{FRM} = 2{,}7$ A	$C_d < 3$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 6$ ns(de $I_F =$ $= 0{,}4$ A a $I_{RM} = 0{,}4$ A; $R_L = 100\ \Omega$)***
BAV43 SOT-59	matriz de 8 diodos planar-epitaxial para núcleos en memorias muy rápidas	**cada diodo** $V_R = 60$ V máx. $I_F = 0{,}3$ A máx. $I_{FRM} = 0{,}9$ A máx. $T_j = 150$ °C máx.	**total matriz** $I_F = 1$ A $I_{FRM} = 2{,}7$ A	$C_d < 3$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 6$ ns(de $I_F =$ $= 0{,}4$ A a $I_{RM} = 0{,}4$ A; $R_L = 100\ \Omega$)***
BAV44 SOD-35	diodo planar-epitaxial whiskerless para conmutación de velocidad muy alta	$V_R = 65$ V máx. $I_F = 1$ A máx. $I_{FRM} = 3{,}5$ A máx $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1{,}25$ V a $I_F = 1$ A $I_R < 0{,}15$ µA a $V_R = 65$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}11$ °C/mW	$C_d < 7{,}5$ pF at $V_R = 0$ V $t_{rr} < 20$ ns(de $I_F =$ $= 1$ A a $I_{RM} = 1$ A; $R_L = 50\ \Omega$)

BAV45 TO-18 (2 patillas)	**diodo de picoamperio aplicaciones generales**	V_R = 20 V máx. I_F = 50 mA max. I_{FRM} = 100 mA máx. T_j = 125 °C máx.	V_F < 1 V a I_F = 10 mA I_R < 5 pF a V_R = 5 V $R_{th\,j-a}$ = 0,5 °C/mW	C_d < 1,3 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 0,35 µs (de I_F = = 10 mA a V_R = 1 V; R_L = 100 Ω)*
BAV68 DO-35	**diodo planar-epitaxial whiskerless para conmutación de velocidad muy alta**	V_R = 150 V máx. I_F = 0,25 A máx. I_{FRM} = 0,5 A máx. T_j = 200 °C máx.	V_F < 1,25 V a I_F = 0,25 A I_R < 0,1 µA a V_R = 150 V $R_{th\,j-a}$ = 0,4 °C/mW	C_d < 1,5 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 50 ns (de I_F = = 0,25 A a I_{RM} = 0,25 A)****
BAV69 DO-35	**diodo planar-epitaxial whiskerless para conmutación de velocidad muy alta**	V_R = 200 V máx. I_F = 0,25 A máx. I_{FRM} = 0,5 A máx. T_j = 200 °C máx.	VF < 1,25 V a I_F = 0,25 A I_R < 0,1 µA a V_R = 200 V $R_{th\,j-a}$ = 0,4 °C/mW	C_d < 1,5 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 50 ns (de I_F = = 0,25 A a I_{RM} = 0,25 A)****
BAV70 SOT-23	**doble diodo de alta velocidad con cátodos comunes**	V_R = 25 V máx. I_F = 50 mA máx. I_{FM} = 100 mA máx. T_j = 125 °C máx.	V_F < 1,1 V a I_F = 50 mA I_R < 30 nA a V_R = 25 V $R_{th\,j-a}$ = 1,1 °C/mW	C_d < 2 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 6 ns (de I_F = = 10 mA a V_R = 1 V; R_L = 100 Ω)*
BAW56 SOT-23	**doble diodo de alta velocidad con ánodos comunes**	V_R = 25 V máx. I_F = 50 mA máx. I_{FM} = 100 mA máx. T_j = 125°C máx.	V_F < 1,1 V a I_F = 50 mA I_R < 30 nA a V_R = 25 V $R_{th\,j-a}$ = 1,1 °C/mW	C_d < 2 pF a V_R = 0 V t_{rr} = 6 ns (de I_F = = 10 mA a V_R = 1 V; R_L = 100 Ω)*
BAW62 DO-35	**diodo planar-epitaxial whiskerless para aplicaciones lógicas rápidas**	V_R = 75 V máx. I_F = 100 mA máx. I_{FRM} = 225 mA máx. T_j = 200 °C máx.	V_F < 1 V a I_F = 0,1 A I_R < 5 µA a V_R = 75 V $R_{th\,j-a}$ = 0,6 °C/mW	C_d < 2 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 4 ns (de I_F = = 10 mA a V_R = 1 V; R_L = 100 Ω)*
BAX12 SOD-17	**diodo de difusión whiskerless para conmutación en instalaciones telefónicas**	V_R = 90 V máx. I_F = 0,4 A máx. I_{FRM} = 0,8 A máx. T_j = 200 °C máx.	V_F < 1,25 V a I_F = 0,4 A I_R < 0,1 mA a V_R = 90 V $R_{th\,j-a}$ = 0,3 °C/mW	C_d = 25 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 60 ns (de I_F = = 30 mA a V_R = 3 V; R_L = 100 Ω)*

*** medido para I_R = 1 mA ** medido para I_R = 3 mA *** medido para I_R = 40 mA **** medido para I_R = 25 mA**

Diodos de señal pequeña (continuación)

BAX13 SOD-17	**diodo de difusión whiskerless para aplicaciones lógicas rápidas**	V_R = 50 V máx. I_F = 75 mA máx. I_{FRM} = 150 mA máx. T_j = 200 °C máx.	V_F < 1,53 V a I_F = 75 mA I_R < 0,2 µA a V_R = 50 V $R_{th\,j-a}$ = 0,6 °C/mW	C_d < 3 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 6 ns (de I_F = = 10 mA a V_R = 1 V; R_L = 100 Ω)*
BAX14 SOD-17	**diodo de difusión whiskerless para aplicaciones generales**	V_R = 20 V máx. I_F = 0,3 A máx. I_{FRM} = 0,6 A máx. T_j = 200 °C máx.	V_F = 0,8 a 1,1 V a I_F = 0.3 A I_R < 0,1 µA a V_R = 20 V $R_{th\,j-a}$ = 0,4 °C/mW	C_d < 35 pF a V_R = 0 V
BAX15 SOD-17	**diodo whiskerless para aplicaciones generales**	V_R = 150 V máx. I_F = 0,25 A máx. I_{FRM} = 0,5 A máx. T_j = 200 °C max.	V_F < 1,35 V a I_F = 0.25 A I_R < 0,2 µA a V_R = 150 V $R_{th\,j-a}$ = 0,4 °C/mW	C_d < 20 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 0,3 µs (de I_F = = 30 mA a V_R = 3 V; R_L = 100 Ω)**
BAX16 SOD-17	**diodo de difusión whiskerless para aplicaciones generales**	V_R = 150 V máx. I_F = 0,2 A máx. I_{FRM} = 0,3 A máx. T_j = 200 °C máx.	V_F < 1,5 V a I_F = 0.2 A I_R < 0,1 µA a V_R = 150 V $R_{th\,j-a}$ = 0,4 °C/mW	C_d < 10 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 0,12 µs (de I_F = = 30 mA a V_R = 3 V; R_L = 100 Ω)*
BAX17 SOD-17	**diodo de difusión whiskerless para aplicaciones generales**	V_R = 200 V máx. I_F = 0,2 A máx. I_{FRM} = 0,3 A máx. T_j = 200 °C máx.	V_F < 1,2 V a I_F = 0.2 A I_R < 0,1 µA a V_R = 150 V $R_{th\,j-a}$ = 0,4 °C/mW	C_d < 10 pF a V_R = 0 V t_{rr} < 0,12 µs (de I_F = = 30 mA a V_R = 3 V; R_L = 100 Ω)*
BAX18 SOD-17	**diodo de difusión whiskerless para aplicaciones generales**	V_R = 75 V máx. I_F = 0,5 A máx. I_{FRM} = 2,0 A máx. T_j = 200 °C máx.	V_F < 2 V a I_F = 2 A I_R < 100 µA a V_R = 75 V $R_{th\,j-a}$ = 0,3 °C/mW	

0A200 DO-7	diodo aleado para aplicaciones generales	$V_R = 50$ V máx. $I_F = 160$ mA máx. $I_{FRM} = 250$ mA máx. $T_{amb} = 125$ °C máx.	$V_F < 1{,}15$ V a $I_F = 30$ mA $I_R = 0{,}02$ µA a $V_R = 50$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}4$ °C/mW	$C_d = 10$ pF a $V_R = 0{,}75$ V
0A202 DO-7	diodo aleado para aplicaciones generales	$V_R = 150$ V máx. $I_F = 48$ mA máx. $I_{FRM} = 125$ mA máx. $T_{amb} = 125$ °C máx.	$V_F < 0{,}8$ V a $I_F = 30$ mA $I_R = 0{,}01$ µA a $V_R = 150$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}4$ °C/mW	$C_d = 10$ pF a $V_R = 0{,}75$ V
1N914 **1N914A** SOD-17	diodos whiskerless para aplicaciones lógicas rápidas	$V_R = 75$ V máx. $I_F = 75$ mA máx. $I_{FRM} = 225$ mA máx. $P = 250$ mW máx. $T_{amb} = 175$ °C máx.	$V_F < 1$ V a $I_F = 10$ mA 1N914 $I_F = 20$ mA 1N914A $I_R < 5$ µA a $V_R = 75$ V	$C_d < 4$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
1N916 **1N916A** 1N916B SOD-17	diodos whiskerless para aplicaciones lógicas rápidas	$V_R = 75$ V máx. $I_F = 75$ mA máx. $I_{FRM} = 225$ mA máx. $P = 250$ mW máx. $T_{amb} = 175$ °C máx.	$V_F < 1$ V a $I_F = 10$ mA 1N916 $I_F = 20$ mA 1N916A $I_F = 30$ mA 1N916B $I_R < 5$ µA a $V_R = 75$ V	$C_d < 2$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
1N4009 SOD-17	diodo planar-epitaxial para aplicaciones generales	$V_R = 25$ V máx. $P = 250$ mW máx.	$V_F < 1$ V a $I_F = 30$ mA $I_R < 0{,}1$ µA a $V_R = 25$ V $R_{th\,j\text{-}a} = 0{,}6$ °C/mW	$C_d < 4$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 2$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V: $R_L = 100\ \Omega$)*
1N4148 DO-35	diodo whiskerless para aplicaciones lógicas rápidas	$V_R = 75$ V máx. $I_F = 75$ mA máx. $I_{FRM} = 225$ mA máx. $P = 0{,}5$ W máx.; factor disip. $= 2{,}85$ mW/°C $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1$ V a $I_F = 10$ mA $I_R < 25$ nA a $V_R = 20$ V	$C_d < 4$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
1N4150 DO-35	diodo whiskerless para aplicaciones generales	$V_R = 50$ V máx. $I_F = 0{,}3$ A máx. $I_{FRM} = 0{,}6$ A máx. $P = 0{,}5$ W máx.; factor disip. $= 2{,}85$ mW/°C $T_j = 200$ °C máx.	$V_F = 0{,}87$ a 1 V a $I_F = 0.2$ A $I_R < 0{,}1$ µA a $V_R = 50$ V	$C_d < 2{,}5$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} = 6$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $I_{RM} = 1$ mA)***
1N4151 DO-35	diodo whiskerless para aplicaciones generales	$V_R = 50$ V máx. $I_F = 0{,}3$ A máx. $I_{FRM} = 0{,}6$ A máx. $P = 0{,}5$ W máx.; factor disip. $= 2{,}85$ mW/°C $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1$ V a $I_F = 50$ mA $I_R < 0{,}05$ µA a $V_R = 50$ V	$C_d < 2$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} = 2$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*

*medido para $I_R = 1$ mA **medido para $I_R = 3$ mA ***medido para $I_R = 0{,}1$ mA

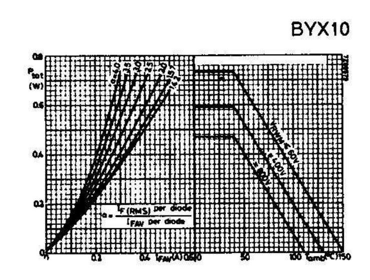
Diodos de señal pequeña

1N4154 DO-35	diodo whiskerless para aplicaciones generales	$V_R = 25$ V máx. $I_F = 0{,}3$ A máx. $I_{FRM} = 0{,}6$ A máx. $P = 0{,}5$ W máx; factor disipación $= 2{,}85$ mW/°C $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1$ V a $I_F = 30$ mA $I_R < 0{,}1$ µA a $V_R = 25$ V	$C_d < 4$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} = 2$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
1N4446 DO-35	diodo whiskerless para aplicaciones lógicas rápidas	$V_R = 75$ V máx. $I_F = 200$ mA máx. $I_{FRM} = 450$ mA máx. $P = 0{,}5$ W máx.; factor disipación $= 2{,}85$ mW/°C $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1$ V a $I_F = 20$ mA $I_R < 25$ nA a $V_R = 20$ V	$C_d < 4$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*
1N4448 DO-35	diodo whiskerless para aplicaciones lógicas rápidas	$V_R = 75$ V máx. $I_F = 200$ mA máx. $I_{FRM} = 450$ mA máx. $P = 0{,}5$ W máx.; factor disipación $= 2{,}85$ mW/°C $T_j = 200$ °C máx.	$V_F < 1$ V a $I_F = 100$ mA $I_R < 25$ nA a $V_R = 20$ V	$C_d < 4$ pF a $V_R = 0$ V $t_{rr} < 4$ ns(de $I_F =$ $= 10$ mA a $V_R = 6$ V; $R_L = 100\ \Omega$)*

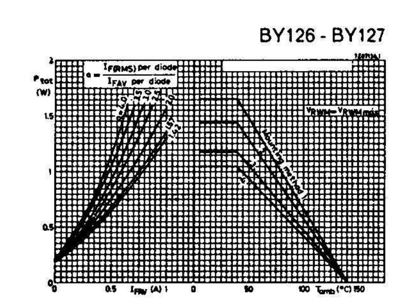
*medido para $I_R = 1$ mA

Número de tipo	VALORES MAXIMOS				
	$I_{F(AV)}$	V_{RRM}	V_{RWM}	I_F	I_{FRM}
BYX10	**0,36 A** a $T_{amb} = 40$ °C	1600 V	800 V		3 A
BYX36 – 150 – 300 – 600	**0,8 A** a $T_{amb} = 40$ °C	150 V 300 V 600 V	100 V 200 V 400 V	0,9 A a $T_{amb} = 40$ °C	5 A
BY126 **BY127**	**1 A** a $T_{amb} = 60$ °C **1 A** a $T_{amb} = 60$ °C	650 V 1250 V	450 V 800 V		10 A
BYX22 – 600 –1200	**1,4 A** a $T_{amb} = 30$ °C	600 V 1200 V	400 V 800 V	1,6 A a $T_{amb} = 30$ °C	15 A
BYX49 – 300(R) – 600(R) – 900(R) –1200(R)	**6 A** a $T_{hs} = 65$ °C	300 V 600 V 900 V 1200 V	200 V 400 V 600 V 800 V	9,5 A	20 A
BYX38 – 300(R) – 600(R) – 900(R) –1200(R)	**6 A** a $T_{mb} = 75$ °C	300 V 600 V 900 V 1200 V	200 V 400 V 600 V 800 V	6 A a $T_{mb} = 90$ °C	20 A
BYX48 – 300(R) – 600(R) – 900(R) –1200(R)	**6 A** a $T_{mb} = 130$ °C	300 V 600 V 900 V 1200 V	200 V 400 V 600 V 800 V	9,5 A	36 A

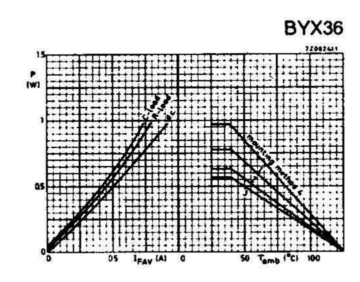
BYX10



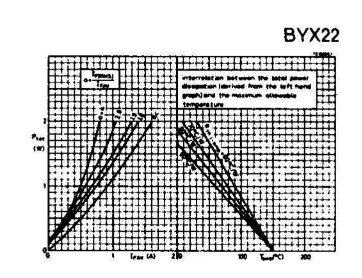
BY126 - BY127



BYX36



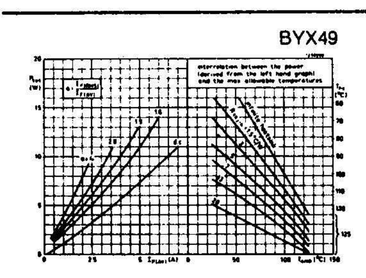
BYX22



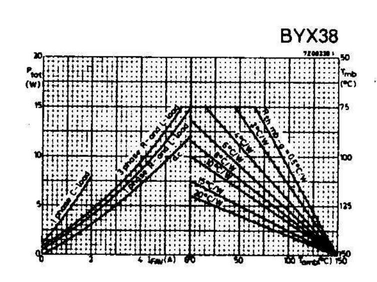
CACION GENERAL

I_{FSM} t = 10 ms $T_j = T_{j\ máx}$	I^2t t = 10 ms	T_j	CARACTERISTICAS V_F $T_j = 25°$ C	I_{RM} $V_R = V_{RWMmáx}$ $T_j = 125°$ C	Cápsula
15 A	—	150 °C	< 1,6 V a $I_F = 2$ A	< 50 μA	DO-14
30 A	—	125 °C	< 1,2 V a $I_F = 1$ A	< 120 μA	DO-15
40 A	—	150 °C	< 1,5 V a $I_F = 5$ A	< 10 μA a $V_R = V_{RRMmáx}$ $T_j = 25$ °C	SOD-18
40 A	—	150 °C	< 1,5 V a $I_F = 5$ A	< 120 μA	DO-1
40 A	8 A²s	150 °C	< 2,3 V a $I_F = 20$ A	< 200 μA	SOD-38
38 A	7,3 A²s	150 °C	< 1,7 V a $I_F = 5$ A	< 200 μA	DO-4 (1)
90 A	—	175 °C	< 1,8 V a $I_F = 15$ A	< 200 μA	DO-4 (1)

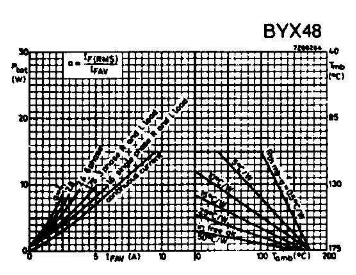
BYX49



BYX38



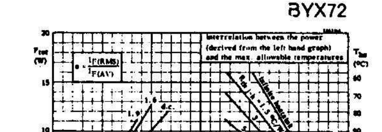
BYX48



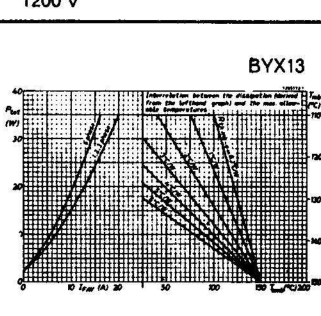
Número de tipo			VALORES MAXIMOS		
	$I_{F(AV)}$	V_{RRM}	V_{RWM}	I_F	I_{FRM}
BYX72 – 150(R) – 300(R) – 500(R)	**10 A** a T_{hs} = 110 °C	150 V 300 V 500 V	100 V 200 V 400 V	12 A	50 A
BYX42 – 300(R) – 600(R) – 900(R) –1200(R)	**10 A** a T_{mb} = 130 °C	300 V 600 V 900 V 1200 V	200 V 400 V 600 V 800 V	16 A	60 A
BYX13 – 800(R) –1000(R) –1200(R)	**20 A** a T_{mb} = 110 °C	800 V 1000 V 1200 V	400 V 500 V 600 V	—	100 A
BYX52 – 300(R) – 600(R) – 900(R) –1200(R)	**40 A** a T_{mb} = 125 °C	300 V 600 V 900 V 1200 V	200 V 400 V 600 V 800 V	75 A	450 A
BYX32 – 400(R) – 600(R) – 800(R) –1000(R) –1200(R) –1600(R)	**150 A** a T_{mb} = 100 °C **115 A** a T_{mb} = 125 °C	400 V 600 V 800 V 1000 V 1200 V 1600 V	400 V 600 V 800 V 1000 V 1200 V 1200 V	240 A	750 A
BYX33 * – 400(R) – 600(R) – 800(R) –1000(R) –1200(R) –1600(R)	**400 A** a T_{mb} = 55 °C **250 A** a T_{mb} = 120 °C	400 V 600 V 800 V 1000 V 1200 V 1600 V	400 V 600 V 800 V 1000 V 1200 V 1200 V	625 A	2000 A
BYX51 * –1200(R) –1600(R) –2000(R)	**400 A** a T_{mb} = 115 °C	1200 V 1600 V 2000 V	800 V 1200 V 1200 V	625 A	2000 A

*** Tipos de mantenimiento**

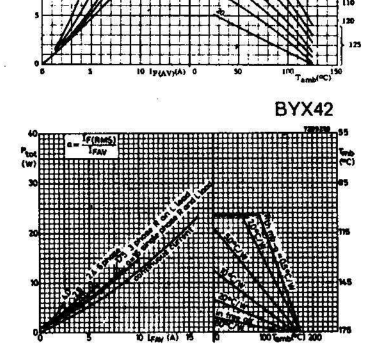
BYX72



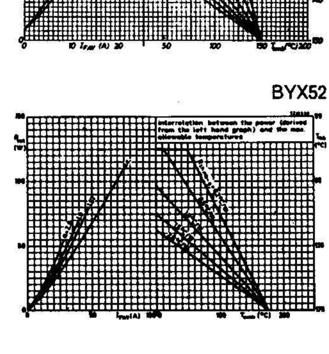
BYX13

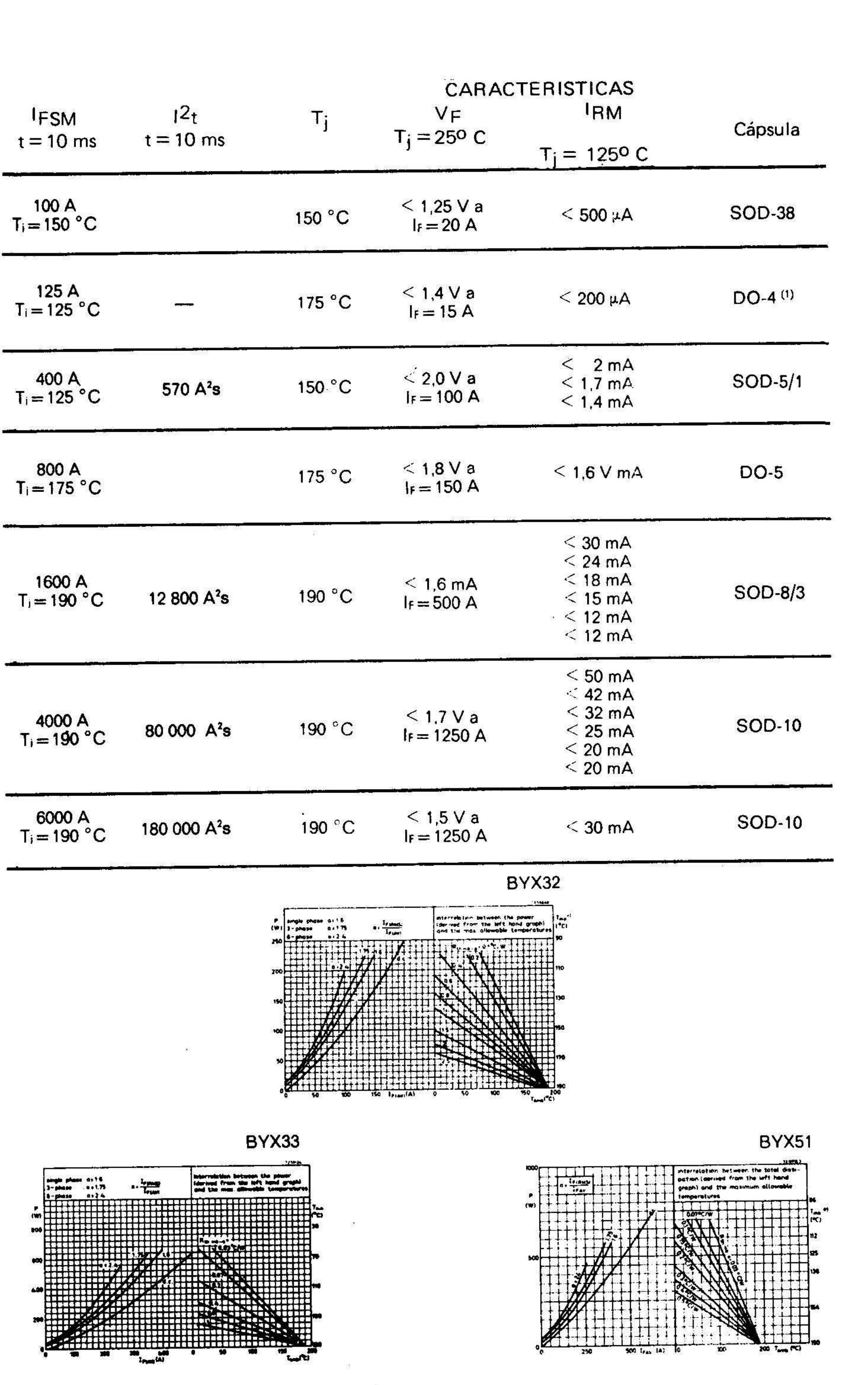


BYX42



BYX52





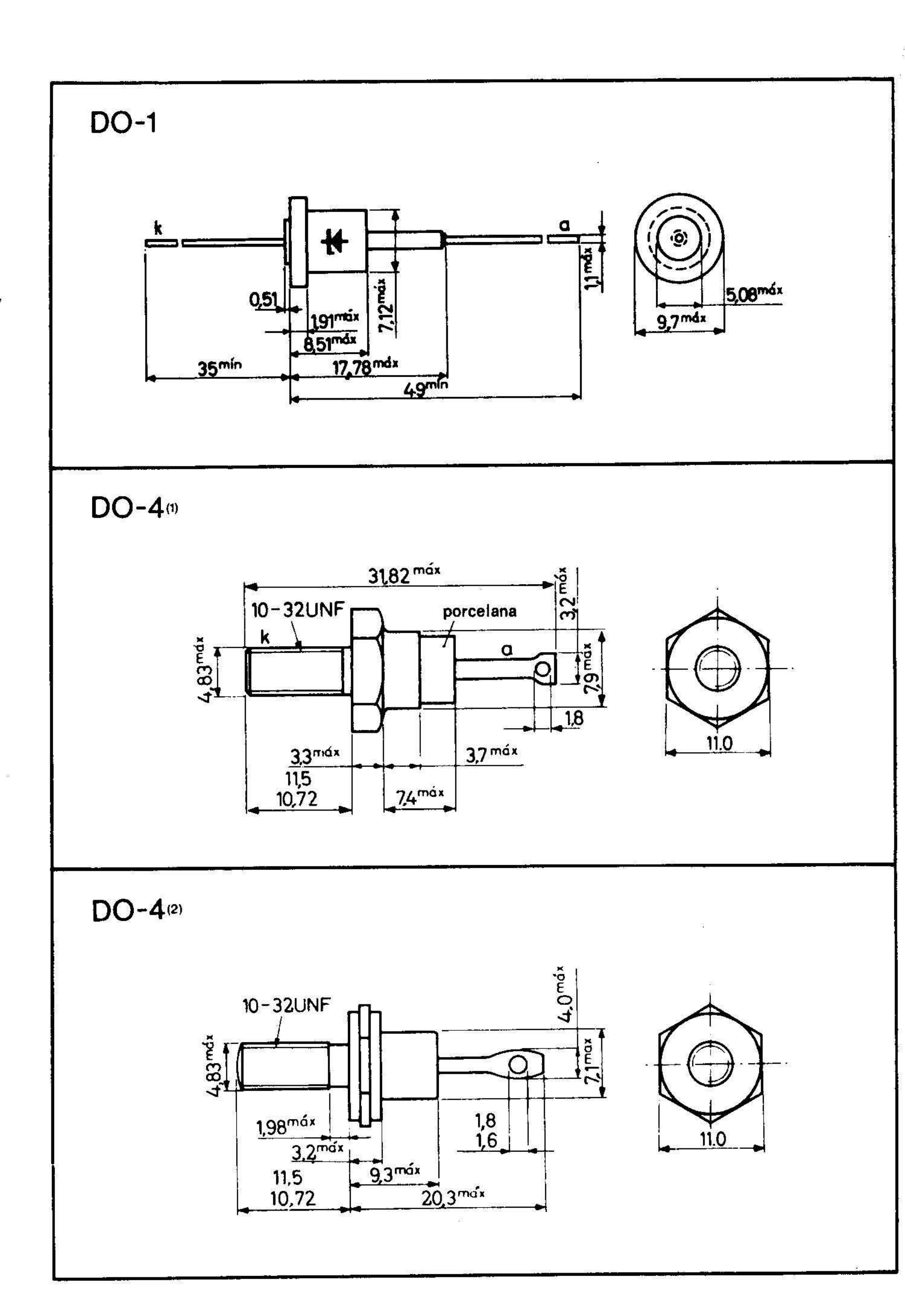
CARACTERISTICAS

I_{FSM} t = 10 ms	I^2t t = 10 ms	T_j	V_F $T_j = 25°$ C	I_{RM} $T_j = 125°$ C	Cápsula
100 A $T_i = 150$ °C		150 °C	< 1,25 V a $I_F = 20$ A	< 500 μA	SOD-38
125 A $T_i = 125$ °C	—	175 °C	< 1,4 V a $I_F = 15$ A	< 200 μA	DO-4 (1)
400 A $T_i = 125$ °C	570 A²s	150 °C	< 2,0 V a $I_F = 100$ A	< 2 mA < 1,7 mA < 1,4 mA	SOD-5/1
800 A $T_i = 175$ °C		175 °C	< 1,8 V a $I_F = 150$ A	< 1,6 V mA	DO-5
1600 A $T_i = 190$ °C	12 800 A²s	190 °C	< 1,6 mA $I_F = 500$ A	< 30 mA < 24 mA < 18 mA < 15 mA < 12 mA < 12 mA	SOD-8/3
4000 A $T_i = 190$ °C	80 000 A²s	190 °C	< 1,7 V a $I_F = 1250$ A	< 50 mA < 42 mA < 32 mA < 25 mA < 20 mA < 20 mA	SOD-10
6000 A $T_i = 190$ °C	180 000 A²s	190 °C	< 1,5 V a $I_F = 1250$ A	< 30 mA	SOD-10

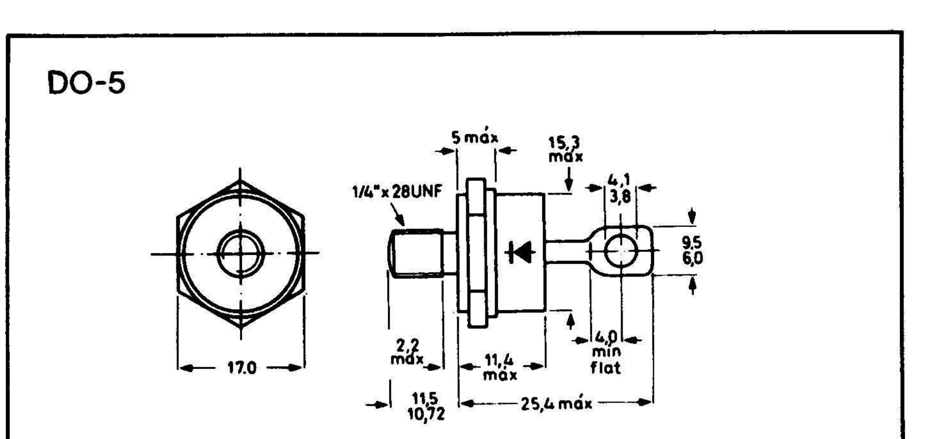
BYX32

BYX33

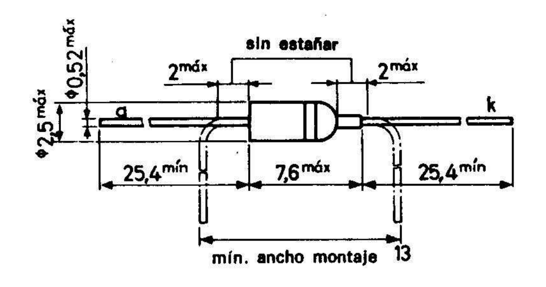
BYX51


DO-1
k
a
0,51
1,91máx
8,51máx
7,12máx
35mín
17,78máx
49mín
1,1máx
5,08máx
9,7máx
DO-4(1)
31,82 máx
3,2máx
10-32UNF
porcelana
k
a
4,83máx
7,9máx
1,8
3,3máx
3,7 máx
11,5
10,72
7,4máx
11.0
DO-4(2)
4,0máx
10-32UNF
4,83máx
7,1máx
1,98máx
3,2máx
1,8
1,6
11,5
10,72
9,3máx
20,3máx
11.0

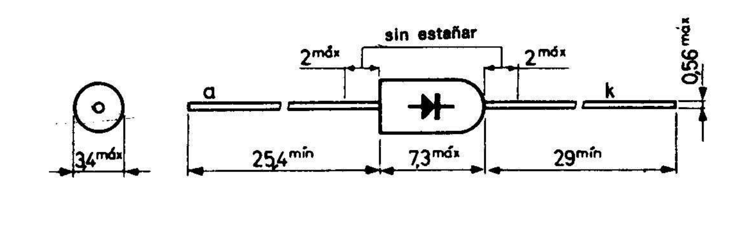
DO-5


5 máx
15,3
máx
1/4" x 28UNF
4,1
3,8
9,5
6,0
2,2
máx
11,4
máx
4,0
mín
flat
17.0
11,5
10,72
25,4 máx

DO-7


sin estañar
2máx
2máx
Φ0,52máx
Φ2,5máx
a
k
25,4mín
7,6máx
25,4mín
mín. ancho montaje 13

DO-14


sin estañar
2máx
2máx
0,56máx
a
k
3,4máx
25,4mín
7,3máx
29mín

DO-15

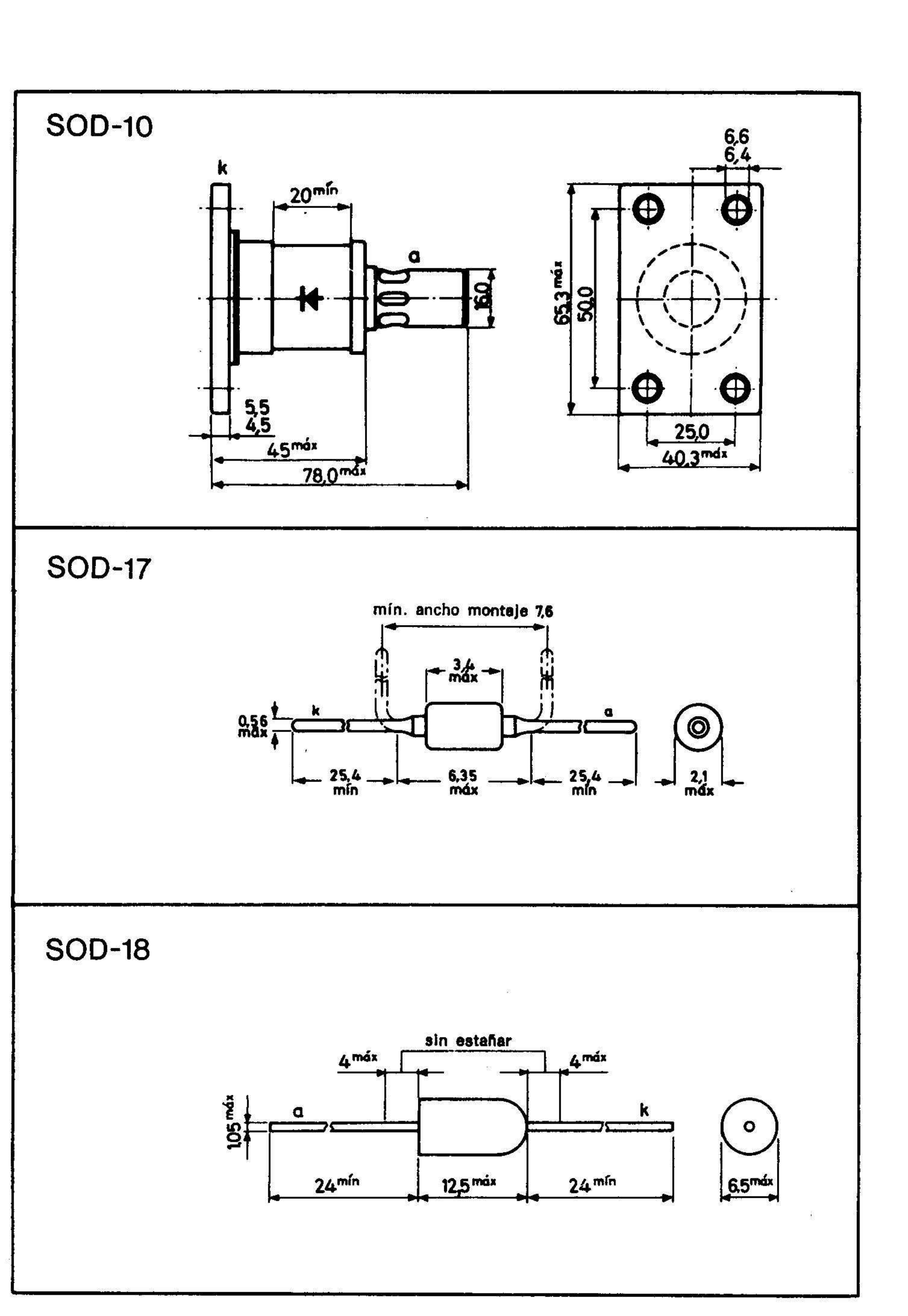
a
k
0,8 máx
2,72 máx
25,4 mín
7,6 máx
25,4 mín

DO-35

k
a
0,56 máx
25,4 mín
4,25 máx
25,4 mín
7210393.1
1,85 máx

SOD-8/3

M12 x 1,75
k
22,6 máx
8,4
8,2
a
16 máx
2,5 máx
8,9 máx
28,6 máx
44,5 máx
63,5
19
17
165
155
27,0


SOD-10
k
20 mín
a
16,0
5,5
4,5
45 máx
78,0 máx
6,6
6,4
65,3 máx
50,0
25,0
40,3 máx
SOD-17
mín. ancho montaje 7,6
3,4 máx
0,56 máx
k
a
25,4 mín
6,35 máx
25,4 mín
2,1 máx
SOD-18
sin estañar
4 máx
4 máx
1,05 máx
a
k
24 mín
12,5 máx
24 mín
6,5 máx

SOD-23

0,75 max
1,1 min
k
a
7,5
7,3
2,6
4
2,6
13
2,5
2,4
2,9 max
0,2

SOD-38

11,0 max
18,0 max
14,5 min
5,2 max
0,55 max
2,0
3,7
3,6
5,30
5,00
1,7
1,3
2,5
1
2
1,15 max
2,5

APENDICE III

SOLUCION DE LOS EJERCICIOS Y PROBLEMAS PRESENTADOS AL FINAL DE CADA LECCION

LECCION 1.ª

1.ª	Pregunta:	*b*
2.ª	» :	*a*
3.ª	» :	*b*
4.ª	» :	*c*
5.ª	» :	*b*
6.ª	» :	*c*

LECCION 2.ª

1.ª	Pregunta:	*b*
2.ª	» :	*a*
3.ª	» :	*c*
4.ª	» :	*c*
5.ª	» :	*b*
6.ª	» :	*b*
7.ª	» :	*b*

LECCION 3.ª

1.ª Pregunta: *c*
2.ª » : *c*
3.ª » : *c*
4.ª » : *c*
5.ª » : *a*
6.ª » : *c*

1.er PROBLEMA

Se trata de una curva que, partiendo del origen de coordenadas, alcanza el valor de la corriente de saturación a los 20 mA.

2.º PROBLEMA

$$R_i = \frac{V_a}{I_a} = \frac{40}{0{,}010} = 400 \ \Omega.$$

3.er PROBLEMA

$$V_a = R_i \cdot I_o = 10.000 \cdot 0{,}008 = 80 \ \text{V}.$$

$$V_R = V_T - V_a = 150 - 80 = 70 \ \text{V}.$$

$$R = \frac{V_R}{I_a} = \frac{70}{0'008} = 8.750 \ \Omega.$$

LECCION 4.ª

1.ª Pregunta: *b*
2.ª » : *b*
3.ª » : *c*
4.ª » : *b*
5.ª » : *c*

1.^{er} PROBLEMA

$$V_{max} = I_{max} \cdot R = 5 \cdot 100 = 500 \text{ V.}$$

$$V_{ef} = V_{max} : 1{,}4 = 500 : 1{,}4 = 357{,}1 \text{ V.}$$

2.^{o} PROBLEMA

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{R_{tot}}$$

$$R_{tot} = R_i + R_c + R_t.$$

$$R_i = 100 \ \Omega; \ R_c = 15 \ \Omega; \ R_t = \frac{R_1}{n^2} + \frac{R_2}{2} = \frac{20}{2^2} + \frac{40}{2} =$$

$$= 5 + 20 = 25 \ \Omega.$$

$$R_{tot} = 100 + 15 + 25 = 140 \ \Omega.$$

$$V_{max} = 100 \cdot 1{,}4 = 140 \text{ V.}$$

$$I_{max} = \frac{140}{140} = 1 \text{ A.}$$

LECCION 5.^{a}

1.^{a} Pregunta: *b*
2.^{a} » : *c*
3.^{a} » : *c*

1.^{er} PROBLEMA

1.^{o})

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{R_i + R_c} \qquad V_{max} = V_{ef} \cdot 1{,}4 = 125 \cdot 1{,}4$$

$$V_{max} = 175 \text{ V.}$$

$$I_{max} = \frac{175}{100+25} = 1{,}4 \text{ A.}$$

2.^{o})

$$I_{c\text{-}c} = \frac{I_{max}}{\pi} = \frac{1{,}4}{3{,}14} = 0{,}44$$

2.° PROBLEMA

1.°) $$V_z = 4{,}5 \frac{I}{C} = 4{,}5 \frac{100}{100} = 4{,}5 \text{ V.}$$

2.°) $$V_z = 1{,}7 \frac{I}{C} = 1{,}7 \frac{100}{100} = 1{,}7 \text{ V.}$$

3.°) El zumbido se reduciría a la mitad.

3.er PROBLEMA

1.°) Se alcanzaría el voltaje máximo de la tensión aplicada a cada diodo.

$$V = 100 \cdot 1{,}4 = 140 \text{ V.}$$

2.°) Al existir consumo habrá zumbido y se reducirá la componente continua.

$$V_z = 1{,}7 \frac{I}{C} = 1{,}7 \frac{50}{50} = 1{,}7 \text{ V.}$$

$$V_{c\text{-}c} = V_{max} - V_{z\,max} = 140 - 1{,}7 \cdot 1{,}4 = 137{,}62 \text{ V.}$$

LECCION 6.ª

1.er PROBLEMA

Tensión en cada devanado de 10 espiras del secundario:

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot V_1 = \frac{10}{100} \cdot 220 \cdot = 22 \text{ V.}$$

Tensión de zumbido en C_1:

$$V_{efz} = 1{,}7 \frac{I}{C} = \frac{120}{50} = 4 \text{ V.}$$

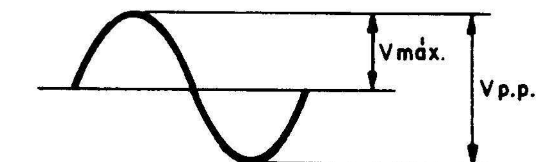


Fig. Ap. 3-1

$$V_{max\,z} = V_{ef} \cdot 1{,}4 = 4 \cdot 1{,}4 = 5{,}6 \text{ V.}$$

Tensión continua de pico en C_1 sin tener en cuenta el zumbido

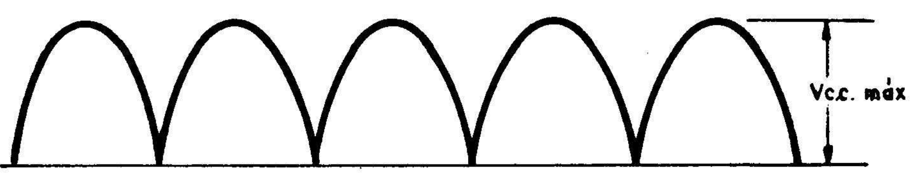


Fig. Ap. 3-2

$$V_{max} = 22 \cdot 1,4 = 30,8 \text{ V.}$$

Tensión continua eliminando la componente alterna debida al zumbido.

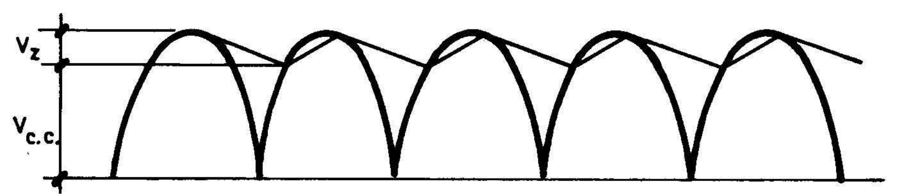


Fig. Ap. 3-3

$$V_{c\text{-}c\text{-}} — 30,8 — 5,6 = 25,2 \text{ V.}$$

Reparto del zumbido y la c.c. entre la bobina y el 2.° condensador de filtro:

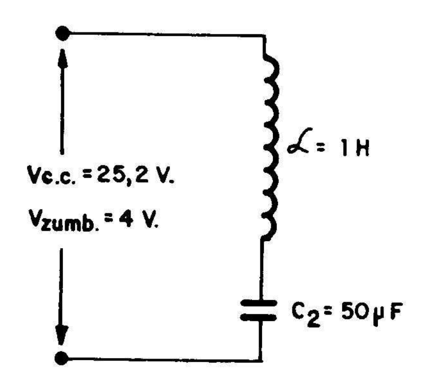


Fig. Ap. 3-4

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 100 \cdot 1 = 628\ \Omega.$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 100 \cdot 0{,}000050} = 31{,}8\ \Omega.$$

Reparto del zumbido entre L y C_2 de forma proporcional al valor de sus reactancias:

$$V_L + V_{C_2} = 4\ \text{V}.$$

$$\frac{V_L}{V_{C_2}} = \frac{628}{31{,}8}. \qquad V_L = \frac{628\ V_{C2}}{31{,}8} = 19{,}7\ V_{C_2}.$$

Sustituyendo en la 1.ª ecuación el valor obtenido de V_L, queda:

$$19{,}7\ V_{C2} + V_{C2} = 4\ \text{V}. \qquad 20{,}7\ V_{C2} = 4$$

$$V_{C2} = \frac{4}{20{,}7} = 0{,}19\ \text{V}.$$

De donde el reparto del zumbido de c.a. se realiza de la siguiente forma:

$$V_{C_2} = 0{,}19\ \text{V}.$$

$$V_L = 4 - 0{,}19 = 3{,}81\ \text{V}.$$

Reparto del voltaje continuo entre la bobina y el condensador C_2: Teniendo en cuenta que la bobina presenta una resistencia óhmica debida a su devanado de 10 Ω, al pasar por ella una corriente de 120 mA habrá una caída de:

$$V_{c\text{-}c\text{-}L} = I \cdot R = 0{,}120 \cdot 10 = 1{,}2\ \text{V}.$$

Luego la c.c. que queda en cada componente será:

$$V_{c\text{-}c\text{-}L} = 1{,}2\ \text{V}.$$

$$V_{c\text{-}c\text{-}C_2} = 19{,}6 - 1{,}2 = 18{,}4\ \text{V}.$$

Resultado: $V_{c\text{-}c\text{-}\,CARGA} = 18{,}4\ \text{V}.$

$V_{c\text{-}a\text{-}\,CARGA} = 0{,}19\ \text{V}.$

2.° PROBLEMA

Tensión de zumbido existente en C_1:

$$V_{ef\,z} = 4{,}5 \frac{I}{C} = 4{,}5 \frac{70}{50} = 6{,}30 \text{ V.}$$

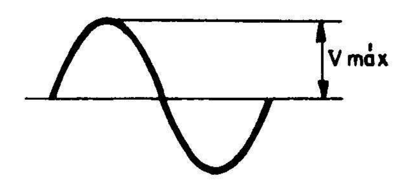


Fig. Ap. 3-5

$$V_{max\,z} = 6{,}3 \cdot 1{,}4 = 8{,}82 \text{ V.}$$

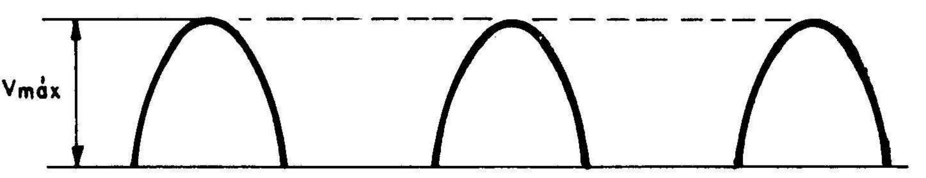


Fig. Ap. 3-6

Tensión continua en C_1, máxima, sin tener en cuenta el zumbido que produce al descargarse:

$$V_{max} = 220 \cdot 1{,}4 = 308 \text{ V.}$$

Tensión continua eliminando la componente alterna del zumbido:

$$308 - 8{,}82 = 299{,}18 \text{ V.}$$

Reparto del zumbido y la c.c. entre la resistencia y el condensador C_2. Como las tensiones se reparten proporcionalmente al valor de las resistencias de los componentes del circuito, calcularemos la X_C del condensador a la c.a. pues a la c.c. su resistencia es infinita y la resistencia pura presenta 1.200 Ω, tanto a la c.a. como a la c.c.

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 0{,}000050} = 63{,}7 \ \Omega.$$

$$V_R + V_C = 8{,}82.$$

$$\frac{V_R}{V_{C2}} = \frac{1.200}{63{,}7}; \qquad V_R = \frac{1.200}{63{,}7} = V_{C2}.$$

$$\frac{1.200}{63{,}7} V_{C2} + V_{C2} = 8{,}82; \qquad 19{,}8 \ V_{C2} = 8{,}82;$$

$$V_{C2} = \frac{8{,}82}{19{,}8} = 0{,}44 \ \text{V}.$$

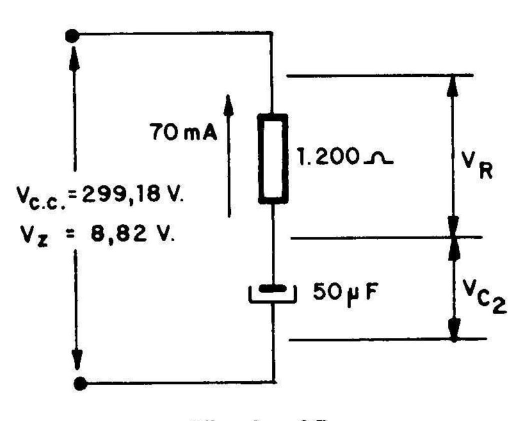


Fig. Ap. 3-7

La tensión continua que queda en la resistencia del filtro será:

$$V = I \cdot R = 0{,}070 \cdot 1.200 = 84 \ \text{V}.$$

La tensión continua en el condensador de salida o de carga:

$$V_{C2} = 299{,}18 - 84 = 215{,}18 \ \text{V}.$$

RESULTADO: $V_{\text{c-c- CARGA}} = 215{,}18$ V.

$V_{\text{c-a- CARGA}} = 0{,}44$ V.

3.er PROBLEMA

El valor de la *R* de carga será

$$R = \frac{V}{I} = \frac{150}{0{,}030} = 5.000\ \Omega.$$

Aplicando la fórmula práctica expuesta en la teoría, para el cálculo de la inductancia:

$$L \geqslant 0{,}00055 \cdot R$$

$$L \geqslant 0{,}00055 \cdot 5.000$$

$$L \geqslant 2{,}75\ \mathrm{H}$$

LECCION 7.ª

1.ª Pregunta: *b*
2.ª » : *b*
3.ª » : *b*
4.ª » : *a*
5.ª » : *c*
6.ª » : *b*

EJERCICIOS 1.° y 2.°

Dibujar los esquemas de las fuentes, similares a los expuestos en la teoría, sustituyendo los valores indicados en los componentes.

APENDICE IV

RELACION DE MATERIALES PRECISOS PARA LA EJECUCION DE LA FUENTE DE ALIMENTACION DESCRITA EN EL APENDICE V

— 1 chasis modelo 32/64, cuyas características se describen en las fotos y planos del Apéndice V y que fabrica la casa URI, lo mismo que el mueble correspondiente que contendrá el receptor superheterodino final.

— 5 zócalos de la serie Noval de 9 patitas.

— 25 tornillos de 1/8" de diámetro por 10 mm. de largo.

— 1 Condensador electrolítico de rosca de 50 más 50 microfaradios y 300 V.

— 1 potenciómetro logarítmico de 500 K con interruptor.

— 1 plaqueta de FONO.

— 1 plaqueta de A — T.

— Cable de red de 1 metro empalmado a una clavija de enchufe.

— 1 resistencia de 820 Ω y 20 watios.

— 1 resistencia de 1K5 y 5 watios.

— 1 válvula UY-85.

— 1 válvula UL-84.

— 1 válvula UBC-81.

— 1 válvula UF-89.

— 1 válvula UCH-81.
— 1 gomita pasachasis.
— 1 lamparita de 150 V-30 mA. con su portalámparas.
— 1 portaconexiones de dos terminales.
— 2 metros de cable de conexiones, 2 metros de estaño y 10 tomas de masa.

Herramientas: soldador de 50 w, destornillador, tijeras y pinzas.

APENDICE V

FASES DEL MONTAJE DE UNA FUENTE DE ALIMENTACION CON FOTOGRAFIAS Y PLANOS DESPLEGABLES

Introducción

Se trata de resumir en tres fases el montaje completo de la fuente de alimentación tipo universal, cuyo funcionamiento se estudió en las lecciones teóricas y sus características técnicas así como su comportamiento real en las lecciones prácticas 2.ª y 3.ª.

Para dar mayores facilidades al lector se presentan en cada fase las fotografías más oportunas del montaje junto con un plano desplegable situado al final del libro, en el que además del esquema que se trata de efectuar también se incluye la disposición de los componentes y su cableado.

Las tres fases en que se ha dividido el montaje son las siguientes:

1.ª fase: Colocación de componentes sobre el chasis.

2.ª fase: Montaje del caldeo de filamentos y la lámpara piloto.

3.ª fase: Montaje del rectificador y el filtro.

Sólo se especifica en cada fase las operaciones prácticas a realizar, tanto de cableado como de colocación de componentes, puesto que el resto de las consideraciones han quedado expuestas suficientemente en las lecciones teóricas y prácticas.

1.ª FASE:

COLOCACION DE COMPONENTES SOBRE EL CHASIS

En esta fase hay que colocar los componentes precisos sobre el chasis metálico que soportará todos los montajes. En la figura Ap 5-1, fotografía cortesía de las Academias de Electrónica Ancart al igual que las restantes de este apéndice, se muestra la disposición final de esta primera fase por la parte de abajo del chasis.

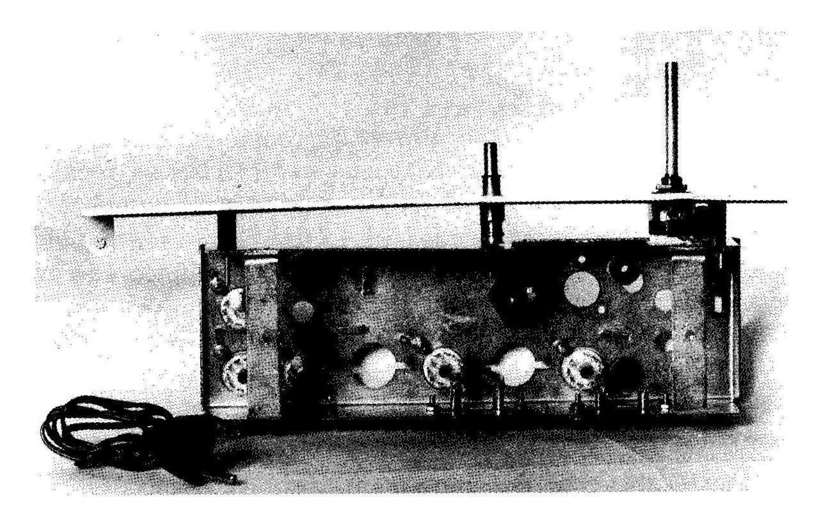


Fig. Ap 5-1

En la fotografía de la figura Ap 5-2, se recoge la vista por la parte de arriba del chasis.

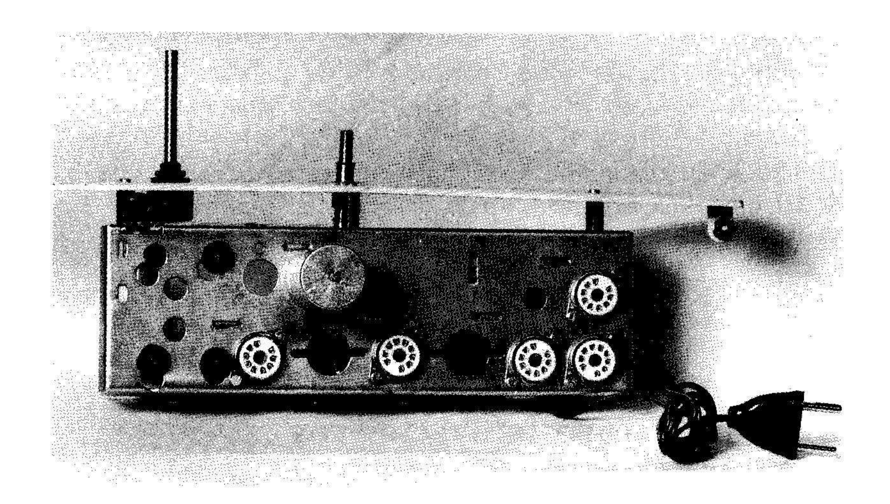


Fig. Ap 5-2

Ordenación de las operaciones:

Teniendo en cuenta las fotos de las figuras Ap 5-1 y 2 y a la vista del plano desplegable primero que figura al final del libro, realizar las siguientes operaciones:

1.ª) Sujetar mediante dos tornillos, en uno de los cuales se colocará una toma de masa, los cinco zócalos en los cinco agujeros del chasis que tienen sus guías inclinadas, de forma que la mayor separación existente entre sus patitas 1 y 9 quede mirando hacia la chapa dial, que es la que soportará el potenciómetro con interruptor.

2.ª) Colocar las dos plaquetas de FONO y A — T, mediante tornillos, en la chapa lateral del chasis y como se indica en el primer plano desplegable. Cuídese que al colocar el chasis apoyado en su posición normal queden las letras de las plaquetas correctamente dispuestas y no boca abajo.

3.ª) Sujetar fuertemente el potenciómetro con interruptor, con su arandela y su tuerca en el agujero central de la chapa del dial y de forma que sus trespatitas queden mirando hacia arriba, como

se aprecia en la figura Ap 5-1. Para este fin hay que desatornillar la chapa del dial.

4.ª) Colocar roscado con su arandela de plástico el condensador electrolítico de 50 + 50 μF en el agujero que existe a tal fin en el chasis.

5.ª) Colocar una goma pasachasis en el agujero lateral de la pared del chasis donde se han de colocar las plaquetas de FONO y A — T.

2.ª FASE:

MONTAJE DEL CALDEO DE FILAMENTOS Y LA LAMPARA PILOTO

Se trata de realizar el montaje del circuito correspondiente al caldeo de filamentos de las cinco lámparas para una tensión de red de 220 V, usando una resistencia de absorción de 820 Ω. Caso de disponer en la red de 125 V se cortocircuita dicha resistencia

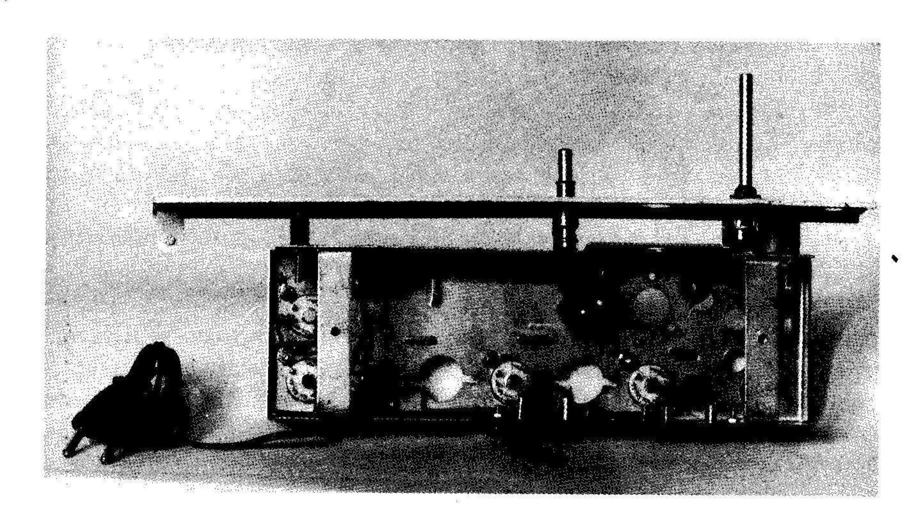


Fig. Ap 5-3

con un cable soldado entre sus extremos. El esquema del circuito así como el montaje práctico se muestra en el segundo desplegable.

Para ayudar al principiante en este trabajo se presenta una fotografía del cableado de esta fase correspondiente al caldeo de filamentos en la figura Ap 5-3.

Con objeto de detallar más el montaje en la figura Ap 5-4, se han quitado las dos chapas que soportan al chasis y además se ha completado la práctica con la instalación de la lámpara piloto. Dicha lámpara piloto no se ha dibujado en el esquema del plano desplegable segundo, siendo mostrado el mismo en el desplegable tercero, junto con un detalle de su colocación en la parte de arriba del chasis.

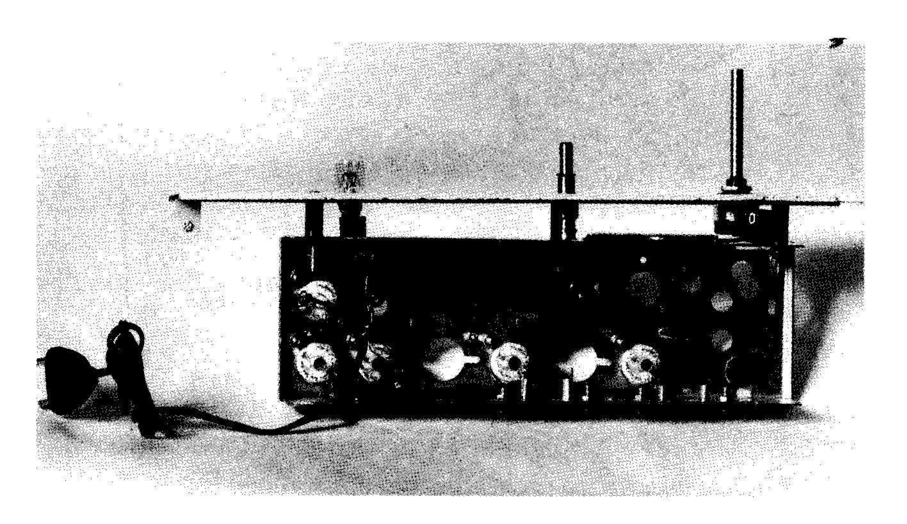


Fig. Ap 5-4

Finalmente, en la fotografía Ap 5-5 se muestra la parte superior del portalámparas y el cable que sale de uno de sus terminales formando una bobina de 8 espiras.

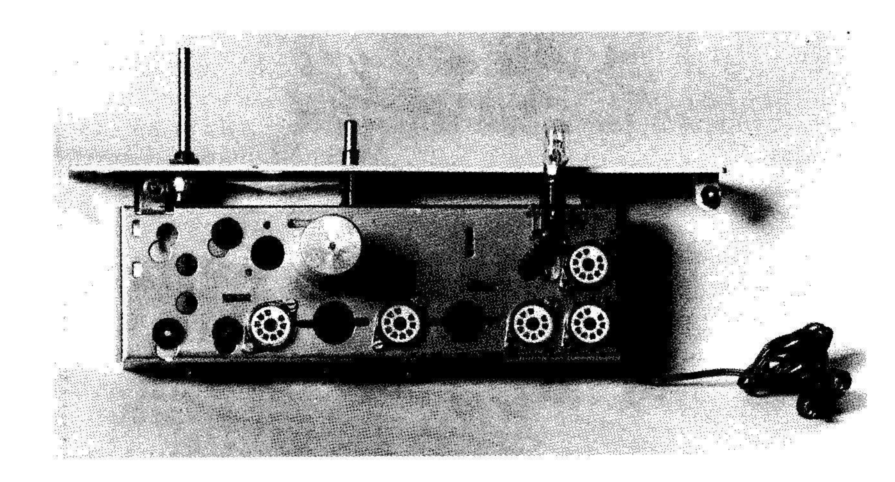


Fig. Ap 5-5

Ordenación de las operaciones:

Consultando las figuras Ap 5-3, 4 y 5 y teniendo a la vista el segundo plano desplegable del final del libro, procédase a realizar las siguientes operaciones:

1.ª) Colocar atornillado un portaconexiones de dos patitas sobre las que irá soldada la resistencia de 820 Ω, en la hendidura del chasis que hay cerca del zócalo de la UY - 85, como se aprecia en las fotos anteriores y se detalla en el segundo desplegable.

2.ª) Colocar un trozo de cable de conexiones de 1,5 mm. de diámetro y recubierto de plástico, desde la patita 8 de la UY - 85 hasta una de las dos patas frontales del potenciómetro y que realizan la labor de interruptor. Para la colocación tanto de este cable como de todos los que se propongan a continuación se deben tener en cuenta las siguientes normas:

a) Córtese la longitud apropiada de cable.

b) Dese la forma con la que debe quedar el cable, ayudado con pinzas.

c) Los cables han de ir a ras del chasis, completamente derechos, por las esquinas laterales y formando ángulos rectos en las esquinas.

d) Pélese el plástico de los extremos aproximadamente 1 cm.

e) Los extremos pelados introdúzcase en los agujeros de los componentes entre los que debe ir colocado y véase si mantiene la forma adecuada.

f) Suéldense los extremos del cable, sin quemar el plástico, con poco estaño y calentando la unión antes de derretir el estaño.

g) Córtese la punta del cable que queda detrás de la soldadura.

3.ª) Embornada la clavija del enchufe a 1 metro de cable de red introducir el extremo libre de éste por la goma pasachasis y formar un nudo en el cable a unos 7 cm. de dicho extremo libre.

4.ª) Separando las dos líneas del cable de red que quedan tras el nudo, pelar y soldar el extremo de una de ellas en la pata 8 de la UY-85 y el otro en el terminal derecho de la resistencia de 820 Ω, o sea, en el mismo terminal del portaconexiones que la sujeta.

5.ª) Del extremo izquierdo de la resistencia de 820 Ω mandar un trozo de cable de conexiones siguiendo las normas dadas a este respecto, hasta la pata 4 de la UY-85.

6.ª) Soldar cable de conexiones siguiendo el recorrido marcado en las fotos anteriores y en el segundo plano desplegable, entre la pata 5 de la UY-85 y la pata 5 del zócalo de la UL-84.

7.ª) Cable de conexiones entre la pata 4 de la UL-84 y la pata 4 de la UCH-81.

8.ª) Cable entre la pata 5 de la UCH-81 y la pata 4 de la UF-89.

9.ª) Cable entre la pata 5 de la UF-89 y la 4 de la UBC-81.

10.ª) Cable pelado, sin plástico, que saliendo de la pata 5 de la UBC-81 pasa por los dos agujeros existentes en la chimenea del zócalo de la UBC-81, donde también se suelda y va a parar a la toma de masa existente en uno de los tornillos del zócalo de la misma válvula.

11.ª) Como se muestra en el tercer desplegable, aprovechando la parte de arriba del tornillo que sujeta el portaconexiones de la

resistencia de 820 Ω, colocar el portalámparas con una toma de masa sobre la parte superior del chasis.

12.ª) Mediante cable pelado unir el terminal lateral del portalámparas con la toma de masa colocada junto a ella.

13.ª) Con cable de conexiones unir el otro terminal del portalámparas con la pata 9 de la UY-85. Este cable al salir de la pata del portalámparas ha de formar 8 espiras al arrollarlo sobre el cuerpo de un destornillador o bolígrafo. La inducción de la bobina presenta cierta resistencia supletoria en el conexionado inicial de la lámpara que evita que pase una alta corriente pues la lamparita en ese momento al estar fría tiene muy poca resistencia.

14.ª) Unir con cable de conexiones y por encima de la chimenea, las patas 4 y 9 de la UY-85.

15.ª) Con cable pelado unir la patita frontal del potenciómetro que está libre con una toma de masa colocada debajo de la tuerca del tornillo que sujeta la chapa dial.

3.ª FASE:

MONTAJE DEL RECTIFICADOR Y EL FILTRO

Una vez que los filamentos de las válvulas pueden ya caldearse se trata de montar la fuente de alimentación que transforma la c.a. de la red en c.c., cuyo circuito está representado en el tercer desplegable con línea llena, junto con lo que ya está montado que se ha dibujado en trazo fino y no continuo. Obsérvese que como en la anterior fase ya se colocó el portalámparas se tiene unidas las patitas 4 con la 9 de la UY-85, así como los cables que salen de los terminales del portalámparas.

Ordenación de las operaciones:

1.ª) Colocar cable de conexiones entre la pata 3 o cátodo de la UY-85 y la pata positiva más cercana de las dos que posee el condensador electrolítico atornillado sobre el chasis. El plano

desplegable tercero, así como la figura Ap 5-6 dan una idea muy aproximada de cómo debe quedar esta fase.

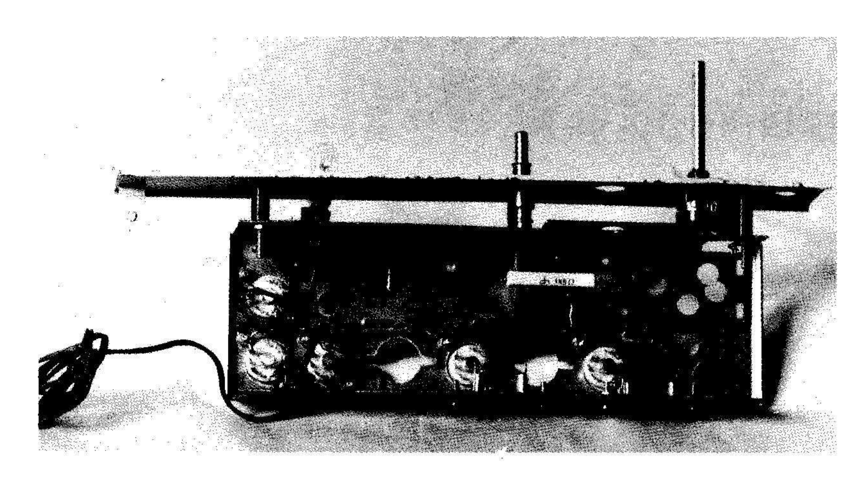


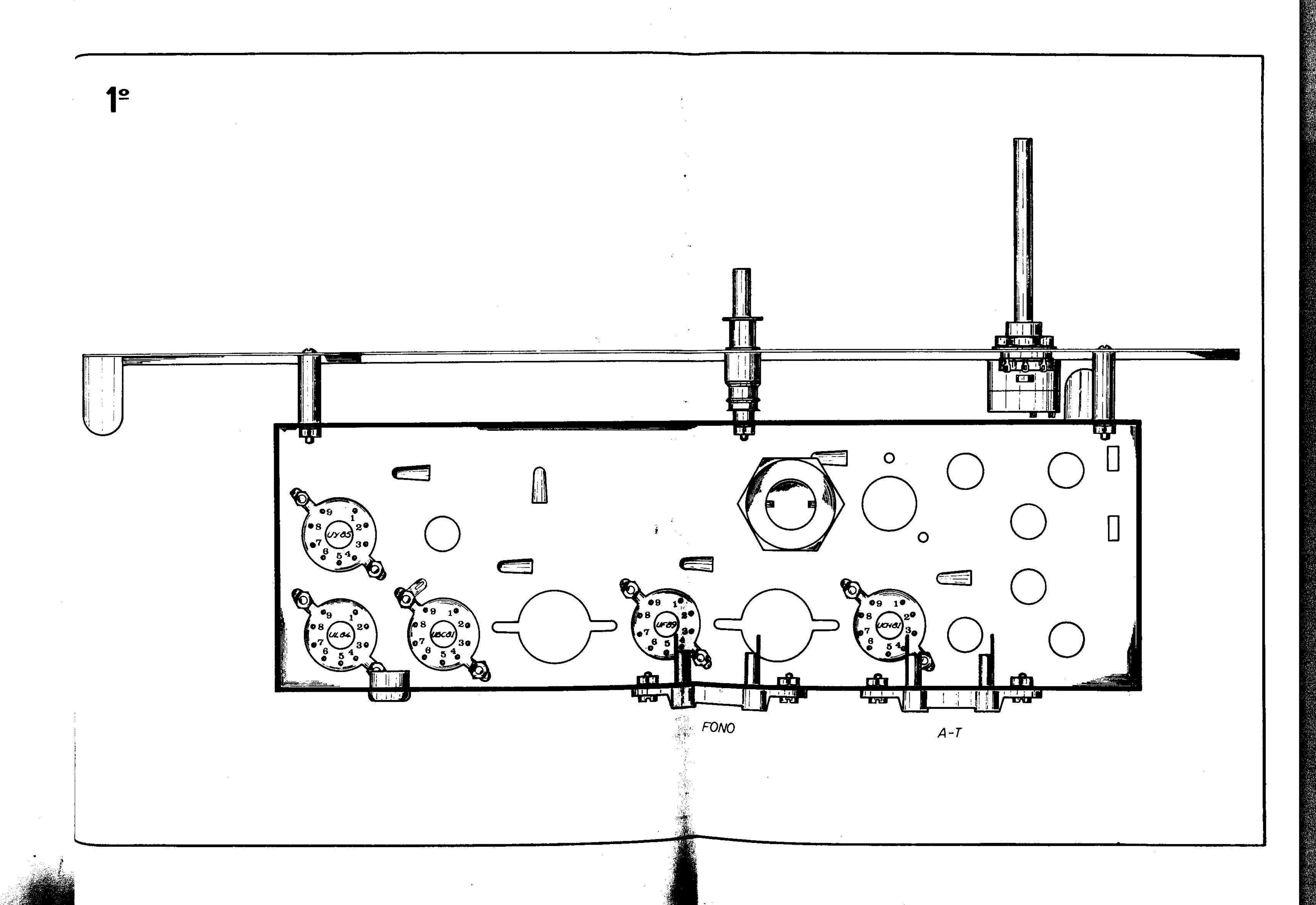
Fig. Ap 5-6

2.ª) Colocar una resistencia de 1k5 — 5 w sobre las dos patas del condensador electrolítico a 1 cm. de altura sobre ellas y horizontalmente.

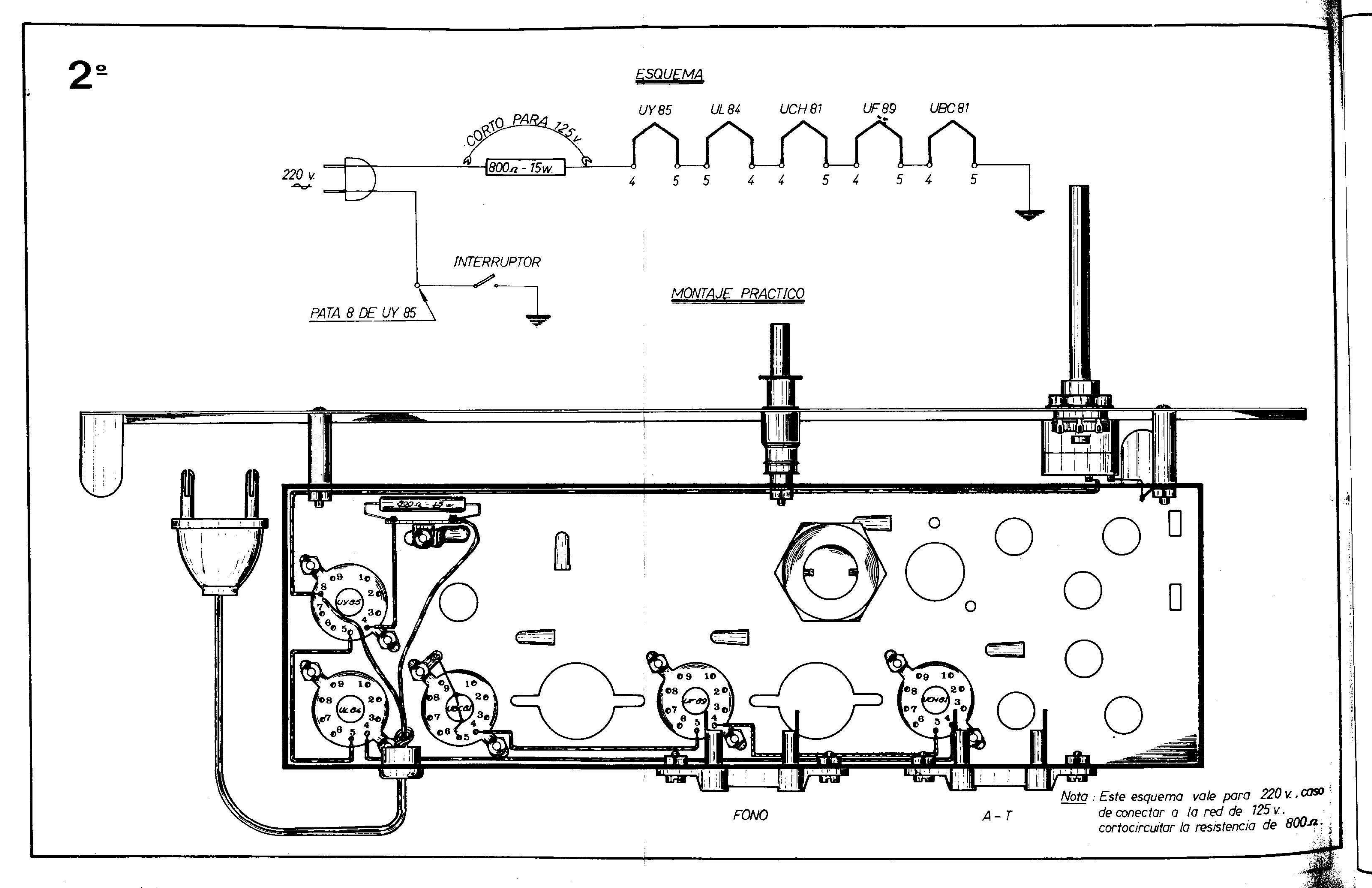
3.ª) No es necesario hacer las conexiones a tierra de las dos armaduras negativas de los condensadores electrolíticos, ya que quedan hechas automáticamente al fijarse al chasis el bote metálico que los contiene por medio de la rosca de plástico y quedar en contacto directo la carcasa externa de dicho cuerpo con la chapa metálica del chasis.

4.ª) La fuente de alimentación tiene que distribuir la c.c. que obtiene al resto de las válvulas para facilitar su acceso desde cualquier punto, se coloca un cable pelado y estañado, grueso de unos 3 mm. de diámetro, o dos normales trenzados y estañados como sucede en la foto AP 5-6, desde el segundo condensador electrolítico, o sea, el que no está conectado al cátodo de la UY - 85, a la pata 9 de la UL - 84, pasando frente al resto de las válvulas a 2 cm. de altura respecto al chasis.

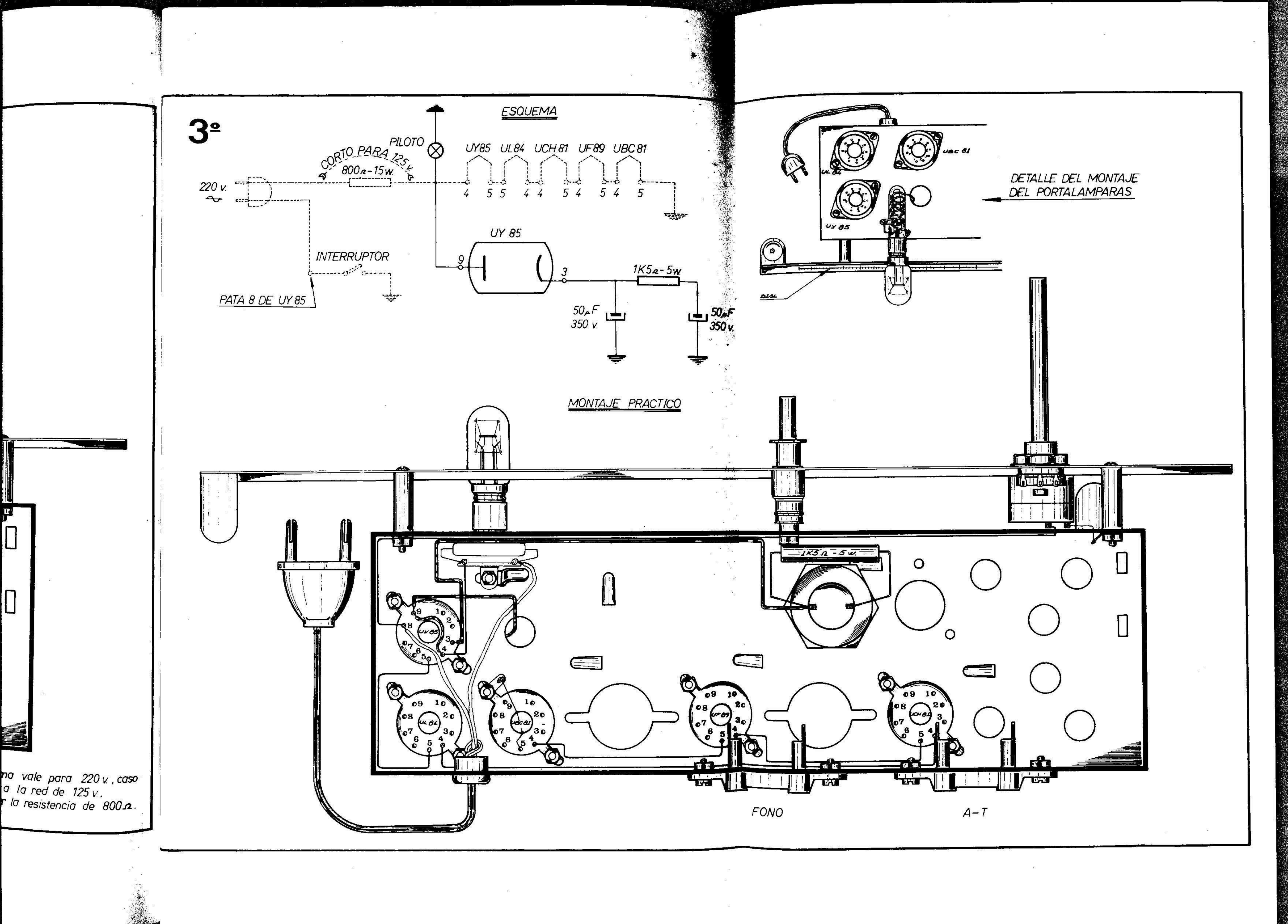
Realizado todo el montaje descrito, para su comprobación se deberán efectuar todas las pruebas mencionadas en la lección 3.ª de Tecnología y Práctica.



1º
UY85
UL84
UBC81
UF89
UCH81
FONO
A-T



Nota: Este esquema vale para 220 v., caso de conectar a la red de 125 v., cortocircuitar la resistencia de 800 Ω.



3º
ESQUEMA
220 v.
CORTO PARA 125 v.
800Ω-15 w.
PILOTO
UY85 UL84 UCH81 UF89 UBC81
4 5 5 4 4 5 4 5 4 5
UY 85
9
3
INTERRUPTOR
PATA 8 DE UY 85
1K5Ω-5w.
50μF
350 v.
50μF
350 v.
DETALLE DEL MONTAJE
DEL PORTALAMPARAS
MONTAJE PRACTICO
1K5Ω-5w.
FONO
A-T
na vale para 220 v., caso
a la red de 125 v.,
r la resistencia de 800Ω.

ELECTRONICA FUNDAMENTAL

Esta obra, en 7 tomos, constituye un Curso Básico de Electrónica, tanto en el aspecto teórico como en el práctico, con el que se adquiere un conocimiento completo de lo que es la electrónica, desde las válvulas de vacío hasta los circuitos integrados e, incluso, los microprocesadores.

El curso completo consta de siete tomos y el temario teórico y práctico que contiene cada uno es el siguiente:

Tomo 1.– *Teoría:* Introducción a la Electrónica. Electricidad.
Práctica: Soldadura y montajes eléctricos. El aparato de medida. Componentes eléctricos y electrónicos.

Tomo 2.– *Teoría:* Fuentes de alimentación. Rectificadores y filtros.
Práctica: Características de las válvulas y diodos semiconductores. Montaje de fuentes de alimentación.

Tomo 3.– *Teoría:* Amplificadores.
Práctica: Sonido, altavoces y micrófonos. Características de las válvulas amplificadoras. Amplificadores de baja y alta frecuencia.

Tomo 4.– *Teoría:* Generadores de señales. Osciladores. Receptor superheterodino de A.M.
Práctica: Montajes, ajuste y averías de un receptor de radio.

Tomo 5.– *Teoría:* Diodos, transistores y semiconductores especiales.
Práctica: Experimentación y montajes sobre circuitos con transistores semiconductores especiales.

Tomo 6.– *Teoría:* Circuitos integrados digitales y analógicos. El microprocesador. Hardware y software del microprocesador 8085.
Práctica: Montajes y experimentación con circuitos integrados analógicos y digitales. Programación del microprocesador 8085.

Tomo 7.– Ofrece una amplia gama de problemas, sobre todos los temas que abarca la Electrónica Moderna.

ISBN 84-283-08





Magallanes, 25 - 28015 Madrid